

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

Citation 4⁹

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-263411

(43)Date of publication of application : 12.10.1993

(21)Application number : 04-064171 (71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.03.1992 (72)Inventor : OOBUCHI MSAKO
WATANABE SHOJI
BABA KENJI
HARA NAOKI
YAHAGI TOSHIO
ENBUTSU ICHIROU
YODA MIKIO
GO FUMITOMO

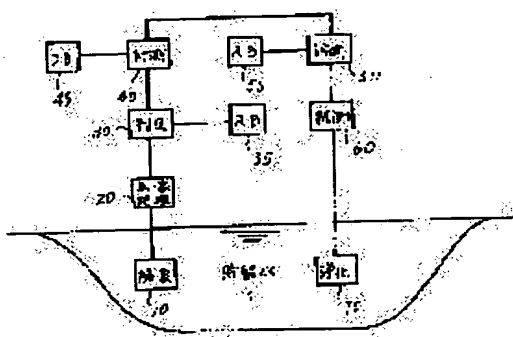
(54) OBJECT OBSERVATION METHOD AND DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To recognize an object existing in an environment from an image of the object to be observed by emphasizing the change in brightness in the image in relation to the observed image having light and shade, and determining an amount of features of the object in relation to the emphasized image.

CONSTITUTION: A reservoir water 1 is photographed by an image pick-up device 10, the obtained image is image-processed by an image processing device 20 to extract an amount of features of the object, and the processed results are inputted to a judging device 30. Then, data on the inputted, image-processed results are compared to an object kind judging rule preliminarily inputted to a rule base 35 to judge

and classify the kinds of the object. From the classification results, the number of solids by type is measured by means of a measuring device 40 to be inputted to and stored in a data base 45. The object existing in the environment is thus recognized from the image to be observed, as a result the amount of features is extracted, and thus the dirt, etc., of the reservoir water 1 can be diagnosed based on the preliminarily determined rule.



CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The observation approach of the body which emphasizes change of the

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

brightness in an image about the observation image which has a shade, and is characterized by calculating characteristic quantity about the emphasized image.

[Claim 2] It is the observation approach of the body which is what performs emphasis of change of the brightness in an image by the Laplacian processing in claim 1.

[Claim 3] The objective observation approach which performs binarization processing, generates a binary picture about an image, performs mask processing and picks out the image concerned from an observation image alternatively in claim 2 about the image which performed Laplacian processing using this binary picture.

[Claim 4] The objective observation approach of asking for a ratio (area/number) as characteristic quantity in claim 3.

[Claim 5] The objective observation approach which carries out labeling processing about a binary picture, recognizes as a body the block of 1 settlement which the pixel has connected on the occasion of generation of the binary picture for mask processing in claim 4, and generates a binary picture for every body.

[Claim 6] The objective observation approach which assigns an intensity level to the label to give on the occasion of labeling processing in claim 5, cuts down the image by which labeling was carried out on the basis of this intensity level, and generates the binary picture for every body.

[Claim 7] The processing which emphasizes change of the brightness in an image about the shade image of the liquid phase containing plankton, Carry out binarization of the shade image, it carries out labeling, recognize the body according to individual, perform processing which cuts down the image for every body, and the image by which emphasis processing was carried out is alternatively taken out using this cut-down image. The observation approach of the body characterized by asking for that (area/number) ratio, judging whether it is beyond the value that this (area/number) ratio defined beforehand about this taken-out image, and judging with the object of that image being colony plankton when it is beyond this value.

[Claim 8] About the shade image of the liquid phase containing plankton, perform binarization processing and generate a binary picture, and about this binary picture, carry out labeling and the body according to individual is recognized. The image for every body is cut down and this cut-down image is used. As characteristic quantity The objective observation approach of calculating one or more a boundary length, the number of a hole, the area rate of a hole, a minor axis / major-axis ratio, a circle shape factor (value showing how close [to a circle] an objective form being), the number of the endpoints of a segment element, the number of the intersections of a segment element, and among ratios (area/boundary length).

[Claim 9] The objective observation approach of performing binarization processing about the shade image of the liquid phase containing plankton, generating a binary picture about each of a body part and a liquid phase part, separating the shade image of a body part and a liquid phase part using these binary pictures, and calculating characteristic quantity about each.

[Claim 10] It is observation equipment of the body characterized by having the equipment which generates the shade image about the candidate for observation, and the image processing system which has the feature-extraction section which carries out an image processing about a shade image, and extracts the characteristic quantity of an

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

image, and the feature-extraction section having a means to emphasize change of the brightness in an image, and a characteristic quantity operation means to calculate characteristic quantity about the emphasized image.

[Claim 11] A means to emphasize change of the brightness in an image about a shade image in claim 10 is objective observation equipment which is what performs Laplacian processing.

[Claim 12] Objective observation equipment which has further a binarization means to perform binarization processing and to generate a binary picture about an image in claim 11, and the mask-processing means which performs mask processing about the image which performed Laplacian processing, using a binary picture as a mask, and picks out the image concerned from an observation image alternatively.

[Claim 13] It is objective observation equipment which is what a characteristic quantity operation means asks for a ratio (area/number) as characteristic quantity in claim 12.

[Claim 14] Objective observation equipment which carries out labeling processing about a binary picture, and has further a labeling means to recognize as a body the block of 1 settlement which the pixel has connected, on the occasion of generation of the binary picture for mask processing in claim 13.

[Claim 15] Objective observation equipment which assigns an intensity level to the label to give on the occasion of labeling processing in claim 14, and has further the image logging means which cuts down the image by which labeling was carried out on the basis of this intensity level.

[Claim 16] The equipment which generates the shade image about the candidate for observation in claims 13, 14, or 15 is objective observation equipment which is image pick-up equipment which picturizes the image of the liquid phase containing plankton.

[Claim 17] Observation equipment of the body which has further judgment equipment which judges whether it is beyond the value that the ratio (area/number) defined beforehand in claim 16, and is judged as the object of that image being colony plankton when it is beyond this value.

[Claim 18] A binarization means for an image processing system to perform binarization processing and to generate a binary picture in claim 16, About this binary picture, as characteristic quantity, a boundary length, the number of a hole, the area rate of a hole, Objective observation equipment further equipped with the 2nd feature-extraction section which has a characteristic quantity operation means to calculate one or more a minor axis / major-axis ratio, a circle shape factor (value showing how close [to a circle] an objective form is), the number of the endpoints of a segment element, the number of the intersections of a segment element, and among ratios (area/boundary length).

[Claim 19] It is objective observation equipment which the feature-extraction section performs binarization processing in claim 18, generates a binary picture about each of a body part and a liquid phase part, and is further equipped with the 3rd feature-extraction section which has a means to separate the shade image of a body part and a liquid phase part, and a characteristic quantity operation means to calculate characteristic quantity about each, using these binary pictures.

[Claim 20] Observation equipment of the body which has further the judgment equipment which applies the Ruhr appointed beforehand and judges the class of plankton for

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

observation about each characteristic quantity in claims 16, 18, or 19, and the metering device which measures the number for each kind of every plankton about a judgment result.

[Claim 21] claim 20 -- setting -- counting of plankton -- the observation equipment of the body further equipped with the diagnostic equipment which applies the Ruhr appointed beforehand to a result and diagnoses dirtiness.

[Claim 22] A water quality purification system equipped with the observation equipment of a body according to claim 21, the purge which performs reservoir water purification, and the control unit which controls operation of a purge based on the diagnostic result of diagnostic equipment.

[Claim 23] It is the approach of observing plankton using the shade image of the liquid phase containing plankton. About a shade image as extract processing of the 1st characteristic quantity Carry out binarization of the shade image, it carries out labeling to the processing which emphasizes change of the brightness in an image, and the body according to individual is recognized. Perform processing which cuts down the image for every body, and the image by which emphasis processing was carried out is alternatively taken out using this cut-down image. It asks for that (area/number) ratio about this taken-out image. As extract processing of the 2nd characteristic quantity Perform binarization processing and generate a binary picture, and about this binary picture, carry out labeling and the body according to individual is recognized. The image for every body is cut down and this cut-down image is used. As characteristic quantity A boundary length, the number of a hole, the area rate of a hole, a minor axis / major-axis ratio, a circle shape factor (value showing how close [to a circle] an objective form is), The observation approach of the body characterized by calculating one or more the number of the endpoints of a segment element, the number of the intersections of a segment element, and among ratios (area/boundary length), applying the judgment Ruhr appointed beforehand based on those characteristic quantity, being contained in the image, and judging whether a body is colony plankton.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the method of observing a body using an objective image, and the equipment for it, and relates to the suitable observation approach to supervise the plankton in the hydrosphere of lake water, dam reservoir water, river water, seawater, etc. especially, and the equipment for it.

[0002]

[Description of the Prior Art] In closed water areas, such as a lake, and a dam, an inner bay, the water pollution by the inflow of domestic wasted water and industrial wastewater poses a problem. Especially, red tide and a water-bloom have the large effect which it has on the everyday life of human beings, such as a bad influence to ecosystems, such as a scene, and not only the problem of an odor but fishes, and an odor and taste of tap water.

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

[0003] The forced-convection catharsis by the approach of removing physically the plankton of the cause of corruption which carried out the plague as a cure, a churning facility, or watering from other hydrospheres etc. is enforced.

[0004] On the other hand, aiming at precognition and the preventive measure of water quality aggravation, the vegetative state of the plankton of the cause of corruption is supervised. However, the approach has common microscope observation of the sampled lake water. Moreover, partly, the approach of supervising the water surface optically or a spectrum is detected using a remote sensing technique, and the approach of measuring the rough order of magnitude of the amount of phytoplankton indirectly from the amount of chlorophyll a etc. is tried.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Among the above-mentioned conventional techniques, in order that the supervising method by microscope observation might require a help and time amount, it always supervised the amount of plankton and had the problem that a cure was not of use for generating of red tide or a water-bloom.

[0006] Moreover, although the supervising method adapting a remote sensing technique can supervise a water pollution situation in a wide area, the quantitative measurement in early stages of plankton generating is difficult. On the other hand, from the amount of chlorophyll a, although plankton is measurable in total amount, the class of plankton cannot be judged.

[0007] It is in offering the body observation approach and equipment with which it is, and the 1st purpose can recognize the body which exists in an environment, and extracts the characteristic quantity of the body, for example, can detect indeterminate form bodies, such as plankton, with a sufficient precision from the image for a monitor for this invention coping with the trouble of the above-mentioned conventional technique.

[0008] Moreover, by using the Ruhr which specified the observation result beforehand, the 2nd purpose of this invention can be classified, can be further measured for every classification, and is to offer the body observation equipment which can be used for diagnosing corruption of storage water etc. from a measurement result further based on the Ruhr appointed beforehand.

[0009] Furthermore, the 3rd purpose of this invention is to offer the plankton monitor purification system which can enable automatic classification of plankton, and measuring, can foreknow the generating condition and generating possibility of red tide or a water-bloom based on the information acquired further, and can prevent water quality aggravation.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the 1st purpose of the above, according to the 1st mode of this invention, change of the brightness in an image is emphasized about the observation image which has a shade, and the observation approach of the body characterized by calculating characteristic quantity about the emphasized image is offered.

[0011] The Laplacian processing can perform emphasis of change of the brightness in an image.

[0012] Moreover, it faces in quest of characteristic quantity, and about an image, binarization processing is performed, a binary picture is generated, using this binary

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

picture, about the image which performed Laplacian processing, mask processing is performed and the image concerned can be alternatively picked out from an observation image.

[0013] Here, a ratio (area/number) is mentioned as characteristic quantity.

[0014] Furthermore, on the occasion of generation of the binary picture for mask processing, labeling processing is carried out about a binary picture, the block of 1 settlement which the pixel has connected is recognized as a body, and a binary picture can be generated for every body. Moreover, an intensity level can be assigned to the label to give on the occasion of labeling processing, the image by which labeling was carried out on the basis of this intensity level can be cut down, and the mask for every body can be generated.

[0015] Moreover, according to the 2nd mode of this invention, about the shade image of the liquid phase containing plankton, perform binarization processing and generate a binary picture, and about this binary picture, carry out labeling and the body according to individual is recognized. The image for every body is cut down and this cut-down image is used. As characteristic quantity The objective observation approach of calculating one or more a boundary length, the number of a hole, the area rate of a hole, a minor axis / major-axis ratio, a circle shape factor (value showing how close [to a circle] an objective form being), the number of the endpoints of a segment element, the number of the intersections of a segment element, and among ratios (area/boundary length) is offered.

[0016] Furthermore, according to the 3rd mode of this invention, binarization processing is performed about the shade image of the liquid phase containing plankton, a binary picture is generated about each of a body part and a liquid phase part, the shade image of a body part and a liquid phase part is separated using these binary pictures, and the objective observation approach of calculating characteristic quantity about each is offered.

[0017] As equipment for attaining the 1st purpose of this invention, as the 4th mode of this invention It has the equipment which generates the shade image about the candidate for observation, and the image processing system which has the feature-extraction section which carries out an image processing about a shade image, and extracts the characteristic quantity of an image. The feature-extraction section The observation equipment of the body which has a means to emphasize change of the brightness in an image, and a characteristic quantity operation means to calculate characteristic quantity about the emphasized image is offered.

[0018] In order to attain the 2nd purpose of this invention, moreover, as the 5th mode of this invention The Ruhr appointed beforehand is applied to the 4th mode of the above about each characteristic quantity. The judgment equipment which judges the class of plankton for observation, and the metering device which measures the number for each kind of every plankton about a judgment result, counting of plankton -- the Ruhr appointed beforehand is applied to a result and the observation equipment of the body constituted by adding further the diagnostic equipment which diagnoses dirtiness is offered.

[0019] in order [furthermore,] to attain the 3rd purpose of this invention -- the 6th voice of this invention -- if it depends like -- the 5th voice of the above -- a water

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

quality purification system equipped with the observation equipment of a body [like], the purge which performs reservoir water purification, and the control unit which controls operation of a purge based on the diagnostic result of diagnostic equipment is offered.
[0020]

[Function] This invention is applicable about the shade image of the liquid phase containing plankton. Namely, binarization of the shade image is carried out to the processing which emphasizes change of the brightness in a shade image. Carry out labeling, recognize the body according to individual, perform processing which cuts down the image for every body, and the image by which emphasis processing was carried out is alternatively taken out using this cut-down image. It asks for that (area/number) ratio, it judges whether it is beyond the value that this (area/number) ratio defined beforehand, and this taken-out image is judged with the object of that image being colony plankton, when it is beyond this value.

[0021] For example, each objects gather and micro KISUCHISU (Microcystis sp.) which is the main cause plankton of a water-bloom forms a colony. Although a large herd object is especially formed at the time of abnormality propagation, regularity is not accepted in the appearance configuration of the colony at all. That is, it is an indeterminate form.

[0022] In the first characteristic quantity extract section, processings (Laplacian processing etc.) which emphasize existence of the each object of micro KISUCHISU are performed to a subject-copy image as the preceding paragraph which emphasizes the micro KISUCHISU group which forms the colony. Binarization of the emphasis image after processing is carried out, and the image characteristic quantity which shows the description of whenever [plankton colony formation / which is obtained from this binary picture] is extracted.

[0023] Judgment equipment distinguishes and classifies the class of plankton by making this image characteristic quantity into an index.

[0024] Many [on the other hand, / for example, a HOSHIGATA diatom (Asterionella sp.) and the plankton which has a unique configuration like KUNSHOUMO (Pediastrum sp.)]

[0025] The 2nd feature-extraction section performs binarization processing, noise rejection processing, etc. to the expansion image with these unique configurations of plankton. To this image, a characteristic quantity operation means calculates at least one sort of characteristic quantity about configurations, such as the area of a binary picture, a boundary length, an area rate of a hole, surface ratio with a bounding rectangle, a minor axis / major-axis ratio, a shape factor, and a circle shape factor, is based on such characteristic quantity, and distinguishes and classifies the class of plankton.

[0026] Moreover, ***** of above-mentioned micro KISUCHISU has a very large brightness difference with the liquid phase section whose color is a background deeply (it is at light field) compared with other planktons. The 3rd feature-extraction section of the preceding clause carries out binarization processing of such a plankton image first, and performs mask processing which extracts alternatively the shade image corresponding to the obtained binary picture further. A characteristic quantity operation means searches for the brightness information of the plankton section from the obtained binary picture.

[0027] Judgment equipment is added to the information acquired in the 1st, 2nd, and 3rd feature-extraction sections, and distinguishes and classifies the class of plankton.

[0028] This invention can always measure the vegetative state of the classification of

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

plankton using the result obtained in the feature-extraction section mentioned above, and can diagnose the corruption situation of a hydrosphere based on the measurement result. Furthermore, the generating stage of red tide or a water-bloom can be foreknown exactly, and generating can be prevented sanitation facilities from the obtained diagnostic result by [for an early stage / suitable] carrying out extent operation.

[0029]

[Example] Hereafter, this invention is explained based on the example shown in drawing 1.

[0030] This example is applied to the system which supervises the corruption condition of reservoir water, such as a lake, a river, and a dam, and the corruption condition of the reservoir water detect the plankton of a specific class especially and according to the existence. In addition, in the monitoring system to which this example is applied, it has further the function to take the measures against purification to corruption, using a monitor result. In addition, although this invention is suitable for detection of plankton, it is not limited to this. For example, it is widely applicable to extracting characteristic quantity from the target image.

[0031] In drawing 1, 1 is reservoir water, such as a lake set as the object of a monitor in the system of this example, a river, and a dam. In this example system, it is considering as the object of observation of the body which exists in reservoir water 1, i.e., plankton.

[0032] The image pick-up equipment 10 with which the system of this example picturizes reservoir water 1, and the image processing system 20 which extracts characteristic quantity from the picturized image, The judgment equipment 30 and the rule base 35 which constitute a distinction means to recognize an object object from extracted characteristic quantity, It has the metering device 40 and database 45 which constitute a measurement means to measure the number of the recognized bodies, and the diagnostic equipment 50 and the rule base 55 which constitute a diagnostic means to diagnose the corruption situation of reservoir water 1 from measurement data. Moreover, this example system is equipped with the control unit 60 which controls purification of reservoir water 1 based on a diagnostic result, and the purge 70 which is controlled by this control unit 60 and purifies reservoir water 1.

[0033] Image pick-up equipment 10 has the video-signal output section (neither is illustrated) which changes and outputs the optical system which catches the object in reservoir water 1 optically, and the target optical elephant observed to a video signal, incorporates the expansion image of reservoir water 1, and inputs it into the image-processing section 20. In this example, since plankton is picturized, what specifically added the image pick-up function to have for example, a CCD array to the microscope or the underwater camera as image pick-up equipment 10 is used.

[0034] An image processing system 20 carries out the image processing of the image inputted from image pick-up equipment 10, extracts the target description, and inputs a processing result into judgment equipment 30. Judgment equipment 30 compares the inputted data of an image-processing result with the objective class judging Ruhr beforehand inputted into the rule base 35, and distinguishes and classifies an objective class. A metering device 40 measures the population according to objective class from the classification result of judgment equipment 30, and inputs and saves a measurement result in a database 45. While comparing the class judging Ruhr by using plankton as an

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

object object and distinguishing and classifying the class of plankton according to this example, from the classification result, the population according to plankton class is measured and a measurement result is inputted into a database 45.

[0035] Diagnostic equipment 50 diagnoses based on the measurement result of a metering device 40, and the information in a rule base 55. In this example, based on a measurement result and the Ruhr, the water pollution situation of reservoir water 1 is judged, and a cure is determined. In the case of this example, a rule base 55 inputs beforehand the relevance Ruhr of the class of plankton and an amount, and water quality, and saves it. Diagnostic equipment 50 determines the cure of "a cure having no need, since the amount of planktons is usual", "operating a purge 70 as a cure, since Plankton A is in a growth inclination", etc. according to the Ruhr. Consequently, when being required is determined, a command is taken out to a control unit 60.

[0036] According to the control command from diagnostic equipment 50, a control unit 60 controls operation of a purge 70, and purifies reservoir water 1.

[0037] The above-mentioned image processing system 20, judgment equipment 30, a metering device 40, rule bases 35 and 55, a database 45, and diagnostic-equipment 50a can be built according to the computer system of a workstation etc. As a workstation used for these As shown in drawing 9, for example, the central-process unit 501 (CPU), The primary storage 502 which stores the program of CPU501 of operation, data, etc., The various programs and image data memory 504 for the program memory 503a image processing which memorizes the program for the image processing processor 503 for performing an image processing, and this processor 503, The input unit 505 containing the keyboard which inputs various directions, a mouse, etc., The displays 506, such as a color CRT, and the airline printer 507 for performing a printout, What has the input interface 508 for performing the entry of data from image pick-up equipment 10 etc., the output interface 509 for outputting a condition detection result etc. to other systems etc., and the external storage 510 that stores a program and various data is used.

[0038] Here, CPU501 mainly realizes each function of judgment equipment 30, a metering device 40, and diagnostic equipment 50 by performing the program stored in a primary storage 502, for example. Moreover, an image processing processor 503 mainly realizes the various functions of an image processing system 20, for example by performing the various programs for the image processing memorized by program memory 503a.

Moreover, external storage 510 stores each data in order to realize a database 45, a rule base 35, and a rule base 55. Moreover, CPU501 performs retrieval of these data etc.

[0039] Moreover, a communication controller may constitute the input interface 508 and the output interface 509. If it does in this way, the data from image pick-up equipment 10 can be received by communication link, and a diagnostic result can be sent to a control unit 60 by communication link.

[0040] In addition, although the same hardware system constitutes the above-mentioned image processing system 20 grade from this example, these all or parts can also be built as a respectively independent hardware system. That is, an image processing system 20, judgment equipment 30, a metering device 40, and diagnostic equipment 50 may be constituted as respectively independent equipment. Moreover, it may be made to perform all or a part of functions of a control unit 60 by the above-mentioned computer system.

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

[0041] Moreover, a part of each equipment [at least] mentioned above can constitute so that it may realize using the hardware of dedication.

[0042] Next, the configuration and its image-processing process of an image processing system 20 are explained to a detail with reference to drawing 2 . In addition, at this example, the expedient top of explanation and the circuit name show the component of an image processing system 20. This does not necessarily mean that it is the hardware of dedication. As mentioned above, in a computer system, you may be the function that it is realizable with activation of software. Of course, it cannot be overemphasized at least about a part that it can consider as the hardware of dedication. For example, the signal transformation circuit 200 can consist of A/D converters.

[0043] An image processing system 20 has amendment subject-copy image generation section 20a which generates the amended subject-copy image which is set as the object of processing, and feature-extraction section 20b which performs processing which extracts the description from an image.

[0044] Amendment subject-copy image generation section 20a has the signal transformation circuit 200 which changes into a digital signal the image picturized with image pick-up equipment 10, the image memory 201 which stores the changed image data, the auxiliary image memory 202 which stores the contrast image for an image processing, and the brightness amendment circuit 203 for amending the luminance distribution of the picturized image data.

[0045] Moreover, the binarization processing circuit 204 as for which feature-extraction section 20b carries out binarization processing about the amended subject-copy image, RA ** ring circuit 204a which carries out labeling processing of the image by which binarization was carried out, Image logging circuit 204b which cuts down at a time one image of two or more body images by which labeling was carried out, The description emphasis processing circuit 205 which carries out emphasis processing of the brightness of the amended subject-copy image alternatively, The mask-processing circuit 206 which carries out mask processing of the image obtained in the description emphasis processing circuit 205 by the binary picture obtained in the binarization processing circuit 204, It has the binarization processing circuit 207 which carries out binarization processing of the emphasis image by which mask processing was carried out in the mask-processing circuit 206, and the characteristic quantity arithmetic circuit 208 which calculates and calculates characteristic quantity about each inputted body of a binary picture.

[0046] Feature-extraction section 20b has a loop formation between image logging circuit 204b and the characteristic quantity arithmetic circuit 208. This loop formation is for cutting down one image of images at a time, and performing one image of processings after it at a time. In addition, it is good also as a configuration which cuts down an image, accumulates, respectively and carries out batch processing.

[0047] RA ** ring circuit 204a performs RA ** ring processing which assigns the same label (number) as the pixel which belongs to the same connected component about image data, and assigns a different label to a different connected component. That is, the raster scan of the image is carried out, and when 1 pixel which has not given the label is hit, while giving it a new label, the same label as the pixel is given to the pixel which already gave the label among the pixels which hit in a scan, and the connected pixel. The block

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

which is the pixel of 1 settlement which two or more pixels have connected is recognized as a body of 1 by this, and the label of 1 is given to the whole. Moreover, in this example, brightness is applied to a label and the gradation information used as a different intensity level for every body is given.

[0048] Image logging circuit 204b has with the binarization function to distinguish one body at a time according to the given label (intensity level), and the function which starts the rectangle which contains the body which carried out binarization inside by setting up and carrying out binarization of the threshold with the range where only the intensity level of 1 is contained about the body by which labeling was carried out. This image logging circuit 204b outputs a binarization image for every body by logging. Whenever it is carried out for every body and the feature-extraction processing in the latter part about the body of 1 finishes, this binarization changes the range of a threshold and is made to perform the next binarization. If it does in this way, the amount of memory required for an image data storage can be lessened. In addition, you may make it classify the body with which it is the level corresponding to the brightness which gave the intensity level, for example, intensity levels differ by carrying out a sequential setup from high level in a binarization function.

[0049] In addition, although RA ** ring circuit 204a has given gradation information in this example for an objective distinction by which labeling was carried out, an objective distinction is not restricted to this. For example, you may carry out by giving color information.

[0050] The mask-processing circuit 206 performs mask processing of a corresponding field about the image obtained in the description emphasis processing circuit 205 using the binary picture for every body. In addition, in case the binary picture used as a mask starts, it performs mask processing to the field of the address with which the image by which the description emphasis was carried out corresponds by catching the address on the screen using the address.

[0051] The binarization processing circuit 207 carries out binarization processing of the emphasis image by which mask processing was carried out. The luminance distribution of the image by which Laplacian processing was carried out is divided binary by this binarization.

[0052] The characteristic quantity arithmetic circuit 208 calculates characteristic quantity, such as area, the number, and a boundary length, about each [for the binary picture which it is as a result of a series of image processings including the Laplacian processing / separation recognition] body in the binarization processing circuit 204. The characteristic quantity arithmetic circuit 208 has the function which it is ordered so that the next logging may be performed to image logging circuit 204b, after the operation of the characteristic quantity about one body is completed. The operation of such characteristic quantity etc. is performed by the image processing processor 503 by storing those operation programs in program memory 503a beforehand.

[0053] The result calculated in the characteristic quantity arithmetic circuit 208 is sent to the judgment circuit 30. In addition, buffer memory may be prepared between the characteristic quantity arithmetic circuit 208 and the judgment circuit 30.

[0054] Next, focusing on the processing actuation in an image processing system 20, drawing 2 , drawing 4 , drawing 5 , and drawing 6 are used, and actuation of this example

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

system is explained to a detail.

[0055] In drawing 2, image pick-up equipment 10 picturizes about some reservoir water. Although the image for one sheet is picturized, a specimen is changed, two or more sheets are picturized, and you may make it process it with next equipment here.

Moreover, an image pick-up is performed with a fixed sampling period, for example. The shade image picturized with image pick-up equipment 10 is digital-signal-ized by the signal transformation circuit 200, and is memorized as a subject-copy image in an image memory 201. In this example, image pick-up and subsequent processing are performed about the image containing the image of plankton.

[0056] The dirt or the blemish which it adhered to the optical system of image pick-up equipment 10 etc. other than plankton may project on a subject-copy image. If these dirt and blemishes, or optical nonuniformity exists in case an image processing is performed, exact plankton information cannot be acquired. For this reason, luminance distribution is amended in the brightness amendment circuit 203. the contrast image (background image) of only the liquid phase section with which plankton does not specifically exist beforehand -- the auxiliary image memory 202 -- incorporating -- the brightness amendment circuit 203 -- setting -- a subject-copy image and difference -- it processes.

[0057] The image for explaining this processing to drawing 3 and an example of that luminance distribution are shown.

[0058] An example of a subject-copy image is shown in drawing 3 (a). In this drawing, extent of hatching expresses the difference in brightness. Moreover, this drawing (a') shows the luminance distribution on scanning-line A-A' of the subject-copy image shown in (a). The liquid phase section Z of a background has high brightness, and brightness, such as plankton, and dirt, a blemish, shows a low value.

[0059] An example of the background image memorized by drawing 3 (b) in the auxiliary image memory 202 is shown. moreover, the luminance distribution on scanning-line A-A' in the image shown in (b) is boiled and shown in drawing 3 (b'). When optical unevenness is in lighting, the luminance distribution Zg of the liquid phase section Z becomes uneven on the whole, for example, draws a curve like drawing 3 (b').

[0060] drawing 3 (c) -- drawing 3 (a) and (b) -- difference -- it is what was processed and the luminance distribution on scanning-line A-A' is shown in drawing 5 (c'). this difference -- by processing, the shade image G (i, j) from which the effect of a blemish and optical unevenness was removed is obtained.

[0061] the example shown in drawing 3 -- difference -- although the luminance distribution was indicated to be the example of processing, each, the example of a subject-copy image of micro KISUCHISU, the example of a background image, and the example of a subtraction image are shown in drawing 4 (a), (b), and (c). Moreover, the example of a subtraction image of colony plankton, simple substance plankton, and the dust-like matter is shown in drawing 5 (a). C of drawing 5 (a) expresses the individual of the plankton which constitutes a colony, and R expresses a profile. Extent of hatching expresses the difference in brightness and R' expresses typically the profile of the field where brightness is still higher from the field surrounded with the profile R.

[0062] In an image processing system 20, the subtraction image G (i, j) obtained in the brightness amendment circuit 203 is inputted into the binarization processing circuit 204

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

and the description emphasis processing circuit 205. First, the binarization processing circuit 204 performs binarization processing by the degree type, and carries out separation recognition of a body and the liquid phase section.

If it $G(i, j) < S$ Becomes, it will be $B(i, j) = 0$. If it $G(i, j) \geq S$ Becomes, it will be $B(i, j) = 1$. (1) It corrects. Brightness information B of the point of $(X \text{ coordinate}, Y \text{ coordinate}) (i, j)$ in $G(i, j)$: shade image (i, j) : Brightness information S of the point of $(X \text{ coordinate}, Y \text{ coordinate})$ in a binary picture (i, j) : The binary picture which carried out binarization of the subtraction image shown in binarization threshold drawing 4 (c) is shown in this drawing (d). Furthermore, although illustration is omitted, it is a well-known noise rejection approach, and removes an one-point noise.

[0063] The image by which binarization was carried out is RA ** ring circuit 204a, and objective individualization, label grant to it, and intensity-level grant are performed by the function mentioned above. And in image logging circuit 204b, using the threshold equivalent to gradation information, binarization of an image is performed, a body is distinguished with gradation, and it starts according to an individual. In this example, it is sent to the mask-processing circuit 206 for every 1 body end ****. Logging of the following body is performed after the feature extraction about the cut-down body is completed now.

[0064] On the other hand, the description emphasis processing circuit 205 emphasizes alternatively the brightness of the subtraction image $G(i, j)$ inputted from the brightness amendment circuit 203. As a concrete emphasis means, the Laplacian processing is used, for example. This Laplacian processing has the function to emphasize the difference of brightness with the adjoining pixel, in a shade image.

[0065] This function is taken for an example and the 8 direction Laplacian processing is explained. Drawing 6 (a) expresses 9 pixels (vertical $3 \times$ width 3) which adjoins in a certain shade image. As shown in drawing, when the brightness of each pixel of D and a perimeter is set to $D1-D8$ for the brightness of a central pixel, the 8 direction Laplacian processing to a central pixel is expressed with a degree type.

[0066] $D' = 8D - \sum D_i$, however D' : Whenever [** / of the central pixel after processing], this brightness correction operation is performed about all the configuration pixels of a shade image, and an emphasis image with new brightness information is obtained like drawing 6 (b).

[0067] The example of a subtraction image and the emphasis image obtained by carrying out Laplacian processing is respectively shown in drawing 5 about colony plankton, simple substance plankton, and the dust-like matter. The emphasis image which is shown in this drawing (b) and by which Laplacian processing was carried out turns into an image with which the brightness concave heights in the subtraction image shown in this drawing (a) were emphasized. The profile section and the surrounding brightness of brightness irregularity are low, and are intense in the central point of a minute body with the high brightness of a center section. Therefore, the profile section R and R' are emphasized by the Laplacian processing, and become RL of drawing 5 (b), and $R'L$. Since colony plankton has the central point of an each object emphasized by coincidence, it is set to CL of this drawing (b) by C of drawing 5 (a).

[0068] Thus, the description emphasis processing circuit 205 emphasizes the existence of the brightness difference between the adjoining pixels.

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

[0069] The mask-processing circuit 206 carries out mask processing of the image obtained in the description emphasis processing circuit 205 by the binary picture obtained in the binarization processing circuit 204. Only the emphasis image corresponding to the field of brightness information 1 in a binary picture is alternatively extracted by this mask processing. For example, if mask processing of the subtraction image shown in drawing 4 (c) is carried out by the binary picture shown in this drawing (d) when aimed at micro KISUCHISU, the mask image of this drawing (e) will be obtained. Here, as mentioned above, mask processing is performed for every body.

[0070] The binarization processing circuit 207 carries out binarization processing of the emphasis image by which mask processing was carried out in the mask-processing circuit 206, and recognizes a body. The result which carried out mask processing of the emphasis image of this drawing (b), and carried out binarization to drawing 5 (c) is shown. To colony plankton being recognized as a big lump, an appearance configuration collapses and the dust-like matter is recognized in the dispersed form. Since colony plankton is homogeneity-like [the brightness in a body] compared with simple substance plankton or the dust-like matter, this has the small part emphasized by the Laplacian processing, and is because it is distributing.

[0071] A means to emphasize change of the brightness in an image consists of old processings. That is, according to this means, change of the brightness in the body in an image can be emphasized.

[0072] The characteristic quantity arithmetic circuit 208 calculates a ratio (area/number) as one of the characteristic quantity about each inputted body (plankton and dust-like matter) of a binary picture. This is sent to the judgment circuit 30 as a value of characteristic quantity. In this example, although it asks for a ratio (area/number) at least, the characteristic quantity to calculate is not restricted to this. In addition, for example, the number, area, a boundary length, the number of a hole, the area rate of a hole, A minor axis / major-axis ratio, a shape factor (value showing the complexity of an objective border line), a circle shape factor (value showing how close [to a circle] an objective form is), 2 (diameter of min) from surface ratio with a bounding rectangle, and a center of gravity to a boundary length, 2 (overall diameter) from a center of gravity to a boundary length, the 2 (path) averages from a center of gravity to the circumference, There is the count of the direction change of X at the time of a profile trace, a count of the direction change of Y at the time of a profile trace, a downward number for a lobe, number of the endpoints of a segment element, or the number of the intersections of a segment element.

[0073] (Area/number) The calculated value of a ratio is shown in Table 1. According to the result of Table 1, the difference of the ratio (area/number) between the bodies of colony plankton and others (average area) is great, and has brought a result which whenever [colony formation / of plankton] (whenever [set / of the individual of uniform luminance]) reflected.

[0074]

[Table 1]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

【表 1】 ラブラシアン処理を用いた分類結果の例

対 象 サンプル	特 徴 量		面積／個数
	面積（画素数）	個 数（個）	
ミクロキスチス （群体）	7,774	14	555
	3,225	4	806
	2,274	2	1,137
	7,478	22	340
	11,364	5	2,273
そ の 他 （単体）	135	47	3
	6,382	171	37
	6,488	407	16
	626	57	11
	243	44	6

[0075] About the characteristic quantity sent from the characteristic quantity arithmetic circuit 208, judgment equipment 30 is applied to the judgment Ruhr beforehand memorized by the rule base 35, and distinguishes and classifies the class. By this example, beforehand, the numerical range of various planktons and the above-mentioned characteristic quantity of the dust-like matter is set to a rule base 35, and it inputs into it as the class judging Ruhr of plankton. The judgment Ruhr applies the judgment Ruhr of for example, an IF-THEN method.

[0076] A way method [matter / a micro KISUCHISU colony, and / simple substance plankton and the dust-like matter] of a classification is explained below.

[0077] In the image processing system shown in drawing 2, a ratio (area/number), i.e., average area, is shown in Table 1 among the characteristic quantity obtained by carrying out an image processing about various bodies. As shown in Table 1, ratios (area/number) differ greatly by micro KISUCHISU, and the planktons and the dust-like matter other than micro KISUCHISU. Therefore, micro KISUCHISU can be correctly distinguished by making this difference into the judgment Ruhr. For example, with [in the case of Table 1 / the value of a ratio (area/number)] 100 [or more], it is micro KISUCHISU and less than 100 are classified with the application of the judgment Ruhr that they are simple substance plankton or the dust-like matter.

[0078] As mentioned above, colony plankton, and simple substance plankton and the dust-like matter can be clearly classified by the image processing system 20 explained using drawing 2 extracting characteristic quantity, and applying the Ruhr appointed beforehand with distinction equipment 30 based on this characteristic quantity.

[0079] Moreover, although the ratio (area/number) was made into the index in the example of a classification, the index which combined other above-mentioned characteristic quantity and them may be used. Furthermore, distinction with simple

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

substance plankton and the dust-like matter is possible for the simple substance plankton and the dust-like matter which were classified according to said characteristic quantity and judgment Ruhr from colony plankton. In addition, what colony plankton shall point out the near thing which small cells gather and forms the colony of an indeterminate form spherically [, such as micro KISUCHISU and UROGURENA,], and forms the colony of characteristic configurations, such as OBIKEISOU, and a HOSHIGATA diatom, KUNSHOUMO, regards it as a simple substance here.

[0080] A metering device 40 measures the number of solid-states for every class of plankton from the classification result obtained with judgment equipment 30. This measurement result is stored in time series at a database 45. That is, it stores in a database 45 as data in which aging of the number of solid-states about various kinds is shown.

[0081] Diagnostic equipment 50 diagnoses the water quality of reservoir water 1 from the measurement result obtained with the metering device 40. The class and amount of plankton reflect the water quality of the habitation water area. For this reason, this can be used as an index of the eutrophication percentage of completion of a lake. And it is common to have the relevance of appearance plankton and water quality peculiar to the reservoir water on each lake and a dam. Therefore, the Ruhr of the relevance is beforehand inputted into the rule base 55. Diagnostic equipment 50 performs a water quality judging using the Ruhr stored in this rule base 55. For example, when [that there is micro KISUCHISU] constant-rate existence is being recognized, it judges with having eutrophicated the reservoir water. And further, when a certain amount is exceeded, it judges with purification being required. This judgment result is sent to a control unit 60.

[0082] Based on the diagnostic result of diagnostic equipment 50, a purge 70 is worked or a control unit 60 controls changing the working state etc.

[0083] Next, other examples of the image processing system 20 applicable to this invention are explained with reference to drawing 7.

[0084] The image processing system 20 of the example of drawing 7 has amendment subject-copy image generation section 20a which generates the amended image, and three sorts of the 1st to 3rd feature-extraction sections 20b, 20c, and 20d. Since amendment subject-copy image generation section 20a and 1st feature-extraction section 20b are the same as that of what is shown in drawing 2 mentioned above, explanation is omitted and the 2nd and 3rd feature-extraction means 20c and 20d are explained here.

[0085] 2nd feature-extraction section 20c has the binarization processing circuit 210, labeling circuit 210a, image logging circuit 210b, the characteristic quantity arithmetic circuit 211, and the characteristic quantity store circuit 212. The amount of shape facilities is extracted and this classifies a body according to this 2nd feature-extraction section 20c.

[0086] The binarization processing circuit 210 inputs the image obtained in the brightness amendment circuit 203, performs binarization processing of (1) type, and performs one more point noise rejection processing. The binary picture obtained in the binarization processing circuit 210 starts the binary picture for every body like labeling circuit 210a and 1st feature-extraction section 20a which is with image logging circuit 210b, and was mentioned above. The started binary picture is inputted into the

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

characteristic quantity arithmetic circuit 211. It is constituted like image logging circuit 204b, and functions as labeling circuit 210a and labeling circuit 204a indicated to be image logging circuit 210b to drawing 2 similarly.

[0087] The characteristic quantity arithmetic circuit 211 calculates the characteristic quantity about a configuration by each body of the inputted image, i.e., this example, about plankton and the dust-like matter. The characteristic quantity to calculate Area, a boundary length, the area rate of a hole, a minor axis / major-axis ratio, a shape factor, 2 (diameter of min) from surface ratio with a circle shape factor and a bounding rectangle, and a center of gravity to a boundary length, 2 (diameter of min) from a center of gravity to a boundary length, the 2 (path) averages from a center of gravity to the circumference, They are the count of the direction change of X at the time of a profile trace, the count of the direction change of Y at the time of a profile trace, the downward number for a lobe, the number of the endpoints of a segment element, or the number of the intersections of a segment element. Among these, although it asks for at least one sort, by this example, it calculates about the characteristic quantity shown in drawing 10.

[0088] The numeric value of such characteristic quantity is memorized in the characteristic quantity store circuit 212.

[0089] While memorizing characteristic quantity for every body, after the characteristic quantity extract processing about the body of 1 finishes, it is ordered the characteristic quantity store circuit 212 so that the next image logging may be performed to image logging circuit 210b.

[0090] The characteristic quantity memorized in the characteristic quantity store circuit 212 is inputted into judgment equipment 30. As a result of the inputted image processing, judgment equipment 30 distinguishes each body and classifies data according to the judgment Ruhr by the amount of shape facilities into which it was beforehand inputted by the rule base 35. The relation between the evaluation about the amount of shape facilities and the target classification of plankton is shown in drawing 10. The judgment Ruhr can be formed by setting the combination of evaluation of two or more sorts of characteristic quantity as IF term, and setting the plankton corresponding to it as a THEN term, using this relation.

[0091] In addition, when the plankton of the class to which the configuration bore a close resemblance [class / of plankton which requires a classification] exists, feature-extraction processing by the above-mentioned 2nd feature-extraction section 20c is performed in more detail. For example, about the binary picture obtained in the binarization processing circuit 210, processing which smears away a hole is performed and it inputs into the characteristic quantity arithmetic circuit 211. If a hole is smeared away, a body can be recognized in an outside configuration. Therefore, the configuration classification Ruhr is beforehand inputted into judgment equipment 30, and the group division of the object plankton is roughly carried out with the shape of circular, a rectangle, and yarn, and others.

[0092] Next, characteristic quantity, such as an area rate of a hole, a minor axis / major-axis ratio, and surface ratio with a bounding rectangle, is classified according to 2nd feature-extraction section 20c mentioned above as an index within each configuration group. Moreover, depending on the class of plankton, affine transformation processing is also very effective.

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

[0093] The above feature-extraction section demonstrates effectiveness especially in the classification of the plankton which has unique configurations, such as a HOSHIGATA diatom and KUNSHOUMO.

[0094] Next, the 20d of the 3rd feature-extraction sections has the binarization processing circuit 220, labeling circuit 220a, image logging circuit 220b, the mask-processing circuit 222, the characteristic quantity arithmetic circuit 223, the binarization processing circuit 221, the mask-processing circuit 224, the characteristic quantity arithmetic circuit 225, and the characteristic quantity store circuit 226.

[0095] It is constituted like image logging circuit 204b, and functions as labeling circuit 220a and labeling circuit 204a indicated to be image logging circuit 220b to drawing 2 similarly.

[0096] The subtraction image obtained in the brightness amendment circuit 203 is inputted into the binarization processing circuits 220 and 221. To the inputted image, the binarization processing circuit 220 carries out binarization processing according to (1) type, and performs one-point noise rejection processing further. The binarization processing circuit 221 performs binarization processing by the degree type. In addition, be cautious of the brightness information in a binary picture being reversed (1) type.

[0097]

If it $G(i, j) < S$ Becomes, it will be $B(i, j) = 1$. If it $G(i, j) \geq S$ Becomes, it will be $B(i, j) = 0$. (2) It corrects. Brightness information B of the point of $(X \text{ coordinate}, Y \text{ coordinate}) (i, j)$ in $G(i, j)$: shade image (i, j) : Brightness information S of the point of $(X \text{ coordinate}, Y \text{ coordinate})$ in a binary picture (i, j) : The example of a binary picture which is expressed with (2) types in the example of a subtraction image shown in binarization threshold drawing 4 (c) and which carried out binarization processing is shown in this drawing (f).

(1) Since the value given to $B(i, j)$ is reversed by the formula and (2) formulas, the liquid phase section becomes white to an objective field falling out white in drawing 4 (d) in this drawing (f). In addition, the binary picture of drawing 4 (f) is good also as a binary picture which carried out tone reversal processing of the binary picture of this drawing (d). That is, the binary picture obtained in the binarization processing circuit 221 may substitute the binary picture which carried out tone reversal processing for the binary picture obtained in the binarization processing circuit 220.

[0098] Moreover, about the binary picture obtained in the binarization processing circuit 220, while performing labeling processing by labeling circuit 204a, image logging circuit 204b each body is cut down and processed.

[0099] The mask-processing circuit 222 carries out mask processing of the image obtained in the brightness amendment circuit 203 by the binary picture obtained in the binarization processing circuit 220. That is, mask processing of the subtraction image of drawing 4 (c) is carried out by the binary picture of this drawing (d), and the mask image shown in this drawing (e) is obtained. The mask image obtained in the mask-processing circuit 222 is inputted into the characteristic quantity arithmetic circuit 223.

[0100] On the other hand, the mask-processing circuit 224 carries out mask processing of the image obtained in the brightness amendment circuit 203 by the binary picture obtained in the binarization processing circuit 221. That is, mask processing of the shade image of drawing 4 (c) is carried out by the binary picture of this drawing (f), and the mask image shown in this drawing (g) is obtained. The mask image obtained in the

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

mask-processing circuit 224 is inputted into the characteristic quantity arithmetic circuit 225.

[0101] The characteristic quantity arithmetic circuits 223 and 225 ask for the average luminance for every body of the inputted mask image. Here, the body in a mask image shows the shade image section. That is, the characteristic quantity arithmetic circuit 223 asks for the average luminance of each body, and the characteristic quantity arithmetic circuit 225 asks for the average luminance of the liquid phase section, and it inputs it into the characteristic quantity store circuit 226, respectively.

[0102] The characteristic quantity memorized in the characteristic quantity store circuit 226 is inputted into judgment equipment 30. As compared with the brightness Ruhr about the various planktons into which the inputted body brightness data were beforehand inputted by the rule base 35, judgment equipment 30 is added to other judgment Ruhr, and distinguishes and classifies plankton.

[0103] As mentioned above, as an example of the feature-extraction section to add, although two kinds of arts were explained, this invention may use the direction differential processing of X, the direction differential processing of Y, data smoothing, profile extract processing, etc. further. Moreover, a setup of the threshold S of the binarization processing in the aforementioned feature-extraction section can use a fixed value or the automatic binarization method make it change in consideration of the luminance distribution (histogram) of each image.

[0104] Furthermore, in the above-mentioned example, the neural network technique which uses the description value corresponding to measurement information for the knowledge engineering-technique according to a crisp rule or a fuzzy rule in the class judging Ruhr and the various measurement information on plankton as teacher data can also be used for an input layer.

[0105] Hereafter, other examples to which this invention is applied are explained using drawing 8.

[0106] The example shown in drawing 8 is the hydrosphere monitor purification system which applied this invention to the hydrosphere monitor and purification of a lake, a river, a dam, etc. of reservoir water 1.

[0107] this example system has the equipment shown in above-mentioned drawing 1, the image pick-up equipment 10 constituted similarly, an image processing system 20, judgment equipment 30, a metering device 40, a database 45, diagnostic equipment 50, rule bases 35 and 55, a control unit 60, and a purge 70. Moreover, this example system has further a control unit 3, sampling equipment 5 and concentration equipment 7, and a terminal unit 9.

[0108] Usually, the plankton concentration in closed water areas, such as a lake, and a dam, a river, is thin for carrying out microscope observation in tens of thousands of pieces/[ml and]. By condensing the plankton for observation, the effectiveness of a plankton monitor is raised and the hydrosphere monitor purification system which has immediate effect nature more can be built. Moreover, in order to perform online automatic checking and continuous monitoring of plankton, the control unit which directs a series of processings is required. Furthermore, two or more kinds of purification means are needed with the site condition of a purification system installation, climate, the class of plankton, etc. this example system is built in consideration of such a condition.

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

[0109] In drawing 8, a control unit 3 sets a fixed time interval, starts a series of hydrosphere monitor purification systems, and takes out directions of bottling-water initiation to sampling equipment 5. The sampling equipment 5 which received directions extracts reservoir water 1, and sends it into concentration equipment 7. Image pick-up equipment 10 picturizes the expansion image of the concentration liquid obtained with concentration equipment 7, and inputs the brightness information into the image-processing section 20.

[0110] The image-processing section 20, judgment equipment 30, a database 35, a metering device 40, diagnostic equipment 50, and a database 55 carry out the same work as explanation of drawing 1.

[0111] A purge 70 is for example, an intermittent air pumping cylinder facility, an aeration facility, a filtration removal facility, or a driving channel from other water areas. Based on the directions from diagnostic equipment 50, a control unit 60 selects two or more purges, and works them. Moreover, at the times of unsteady, such as a typhoon and water shortage, a series of hydrosphere monitor purification systems are manually started with a terminal unit 9.

[0112] According to each above example, the each object and colony structure of phytoplankton are detected, and the number for every class can be measured further quantitatively. Consequently, a colony configuration becomes able [an indeterminate form or a configuration] to supervise respectively the propagation situations of changing variously, such as micro KISUCHISU, with a sufficient precision from a class and both sides of an amount at the plankton of a unique configuration, and a list. Furthermore, since the generating condition in early stages of plankton is detectable, a purification means can be worked quickly and exactly and the abnormal occurrence of plankton can be prevented. That is, generating of a water-bloom or red tide can be foreknown and it can prevent.

[0113] Although the above-mentioned example was described for phytoplankton, this invention is not limited to this. That is, the place which this invention means is to recognize the homogeneity of the brightness on the front face of a body (brightness), respond to the uniformity coefficient, and distinguish and classify a body. For example, in fields, such as cosmetics, the judgment of the delicacy (homogeneity) for the expansion image on the skin or the front face of hair is applicable as a simple check item. moreover -- the medical field -- an object [image / of the skin / expansion] -- carrying out -- a blemish -- it can do and can apply as advance of a thing, dry rough skin, etc., or an index of a recovery condition. Furthermore, to dumps, such as a garbage dump, a mixing different-species foreign matter is detected and it can apply to judgment of the same and the body of the same class.

[0114]

[Effect of the Invention] According to this invention, it is effective in being able to recognize the body which exists in an environment, and extracting the characteristic quantity of the body from the image for a monitor, for example, being able to detect indeterminate form bodies, such as plankton, with a sufficient precision. Moreover, by using the Ruhr which specified the result beforehand, it can classify and can measure for every classification further. Furthermore, based on the Ruhr appointed beforehand, corruption of reservoir water etc. can be diagnosed from a measurement result.

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-263411

(43)公開日 平成5年(1993)10月12日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
E 0 2 B 7/00		7705-2D		
G 0 1 N 15/02		B 2107-2 J		
15/06		E 2107-2 J		
G 0 6 F 15/62	3 8 0	9287-5L		
15/70	3 5 0 Z	9071-5L		

審査請求 未請求 請求項の数23(全 17 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-64171

(22)出願日 平成4年(1992)3月19日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 大淵 美砂子

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日

立製作所日立研究所内

(72)発明者 渡辺 昭二

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日

立製作所日立研究所内

(72)発明者 馬場 研二

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日

立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 富田 和子

最終頁に続く

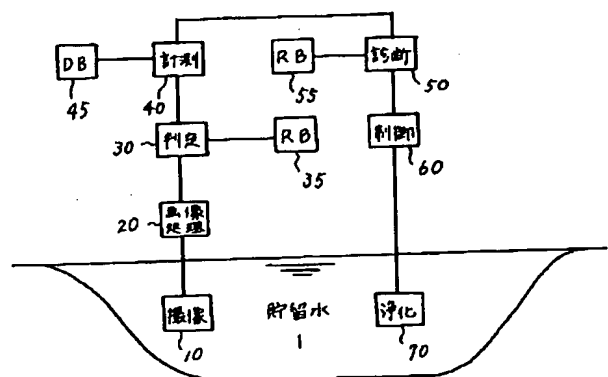
(54)【発明の名称】 物体の観察方法および装置

(57)【要約】

【構成】プランクトンを含む液相の濃淡画像について、画像中の輝度の均一度を強調する処理と、濃淡画像を二値化して、ラベリングし、個別の物体を認識して、物体ごとの画像を切り出す処理とを行ない、この切り出した画像を用いて、強調処理された画像を選択的に取り出して、この取り出した画像について、その(面積/個数)比を求め、この(面積/個数)比が予め定めた値以上か否か判定して、この値以上であるとき、その画像の対象が群体プランクトンであると判定する。

【効果】監視対象の画像から、環境内に存在する物体を認識でき、その物体の特徴量を抽出して、例えば、プランクトン等のような不定形な物体を精度よく検出できる効果がある。また、その結果を、予め規定したルールを用いることにより、分類し、さらに、分類ごとに計測を行なうことができる。さらに、計測結果から、予め定めたルールに基づいて、貯留水の汚濁等を診断することができる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】濃淡を有する観察画像について、画像中の輝度の変化を強調し、強調された画像について、特徴量を求めることを特徴とする物体の観察方法。

【請求項2】請求項1において、画像中の輝度の変化の強調は、ラプラシアン処理によって行なうものである物体の観察方法。

【請求項3】請求項2において、画像について、二値化処理を行なって、二値画像を生成し、この二値画像を用いて、ラプラシアン処理を施した画像について、マスク

10 処理を行なって、観察画像から、当該画像を選択的に取り出す、物体の観察方法。

【請求項4】請求項3において、特徴量として、（面積／個数）比を求める、物体の観察方法。

【請求項5】請求項4において、マスク処理のための二値画像の生成に際して、二値画像についてラベリング処理して、画素が連結している1まとまりのブロックを物体として認識し、物体ごとに二値画像を生成する、物体の観察方法。

【請求項6】請求項5において、ラベリング処理に際して、付与するラベルに輝度レベルを割り当て、この輝度レベルを基準にして、ラベリングされた画像を切り出し

20 て、物体ごとの二値画像を生成する、物体の観察方法。

【請求項7】プランクトンを含む液相の濃淡画像について、画像中の輝度の変化を強調する処理と、濃淡画像を二値化して、ラベリングし、個別の物体を認識して、物体ごとの画像を切り出す処理とを行ない、この切り出した画像を用いて、強調処理された画像を選択的に取り出して、この取り出した画像について、その（面積／個数）比を求め、この（面積／個数）比が予め定めた値以上か否か判定して、この値以上であるとき、その画像の

30 対象が群体プランクトンであると判定することを特徴とする物体の観察方法。

【請求項8】プランクトンを含む液相の濃淡画像について、二値化処理を行なって二値画像を生成し、この二値画像について、ラベリングし、個別の物体を認識して、物体ごとの画像を切り出し、この切り出した画像を用いて、特徴量として、周囲長、穴の個数、穴の面積割合、短軸／長軸比、円形状係数（物体の形が円にどのくらい近いかを表す値）、線分要素の端点の数、線分要素の交点の数、および、（面積／周囲長）比のうち、1以上を求める、物体の観察方法。

【請求項9】プランクトンを含む液相の濃淡画像について、二値化処理を行なって、物体部分と、液相部分とのそれぞれについて二値画像を生成して、これらの二値画像を用いて、物体部分と液相部分の濃淡画像を分離し、それぞれについて、特徴量を求める、物体の観察方法。

【請求項10】観察対象についての濃淡画像を生成する装置と、濃淡画像について、画像処理して、画像の特徴量を抽出する特徴抽出部を有する画像処理装置とを有

し、

特徴抽出部は、画像中の輝度の変化を強調する手段と、強調された画像について、特徴量を求める特徴量演算手段とを有することを特徴とする物体の観察装置。

【請求項11】請求項10において、濃淡画像について、画像中の輝度の変化を強調する手段は、ラプラシアン処理を行なうものである、物体の観察装置。

【請求項12】請求項11において、画像について、二値化処理を行なって二値画像を生成する二値化手段と、二値画像をマスクとして用いて、ラプラシアン処理を施した画像について、マスク処理を行なって、観察画像から、当該画像を選択的に取り出すマスク処理手段とをさらに有する、物体の観察装置。

【請求項13】請求項12において、特徴量演算手段は、特徴量として、（面積／個数）比を求めるものである、物体の観察装置。

【請求項14】請求項13において、マスク処理のための二値画像の生成に際して、二値画像についてラベリング処理して、画素が連結している1まとまりのブロックを物体として認識するラベリング手段をさらに有する、物体の観察装置。

【請求項15】請求項14において、ラベリング処理に際して、付与するラベルに輝度レベルを割り当て、この輝度レベルを基準にして、ラベリングされた画像を切り出す画像切り出し手段をさらに有する、物体の観察装置。

【請求項16】請求項13、14または15において、観察対象についての濃淡画像を生成する装置は、プランクトンを含む液相の映像を撮像する撮像装置である、物体の観察装置。

【請求項17】請求項16において、（面積／個数）比が予め定めた値以上か否か判定して、この値以上であるとき、その画像の対象が群体プランクトンであると判定する判定装置をさらに有する物体の観察装置。

【請求項18】請求項16において、画像処理装置は、二値化処理を行なって二値画像を生成する二値化手段と、この二値画像について、特徴量として、周囲長、穴の個数、穴の面積割合、短軸／長軸比、円形状係数（物体の形が円にどのくらい近いかを表す値）、線分要素の端点の数、線分要素の交点の数、および、（面積／周囲長）比のうち、1以上を求める特徴量演算手段とを有する第2の特徴抽出部をさらに備える、物体の観察装置。

【請求項19】請求項18において、特徴抽出部は、二値化処理を行なって、物体部分と、液相部分とのそれぞれについて二値画像を生成して、これらの二値画像を用いて、物体部分と液相部分の濃淡画像を分離する手段と、それぞれについて、特徴量を求める特徴量演算手段とを有する第3の特徴抽出部をさらに備える、物体の観察装置。

【請求項20】請求項16、18または19において、

各特徴量について、予め定めたルールを適用して、観察対象のプランクトンの種類を判定する判定装置と、判定結果について、それぞれの種類のプランクトンごとにその数を計測する計測装置とをさらに有する物体の観察装置。

【請求項21】請求項20において、プランクトンの計数結果に対して、予め定めたルールを適用して、汚濁度を診断する診断装置をさらに備える物体の観察装置。

【請求項22】請求項21記載の物体の観察装置と、貯留水の浄化を行なう浄化装置と、診断装置の診断結果に基づいて、浄化装置の稼働を制御する制御装置とを備える水質浄化システム。

【請求項23】プランクトンを含む液相の濃淡画像を用いて、プランクトンの観察を行なう方法であって、濃淡画像について、

第1の特徴量の抽出処理として、画像中の輝度の変化を強調する処理と、濃淡画像を二値化して、ラベリングし、個別の物体を認識して、物体ごとの画像を切り出す処理とを行ない、この切り出した画像を用いて、強調処理された画像を選択的に取り出して、この取り出した画像について、その（面積／個数）比を求め、

第2の特徴量の抽出処理として、二値化処理を行なって二値画像を生成し、この二値画像について、ラベリングし、個別の物体を認識して、物体ごとの画像を切り出し、この切り出した画像を用いて、特徴量として、周囲長、穴の個数、穴の面積割合、短軸／長軸比、円形状係数（物体の形が円にどのくらい近いかを表す値）、線分要素の端点の数、線分要素の交点の数、および、（面積／周囲長）比のうち、1以上を求め、

それらの特徴量に基づいて、予め定めた判定ルールを適用して、その画像に含まれ物体が群体プランクトンであるか否かを判定することを特徴とする物体の観察方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、物体の画像を用いて物体を観察する方法およびそのための装置に係り、特に、湖沼水、ダム貯留水、河川水および海水などの水圏中のプランクトンを監視することに好適な観察方法およびそのための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】湖沼やダム、内湾などの閉鎖性水域では、生活排水、産業排水の流入による水質汚濁が問題となっている。中でも、赤潮やアオコは、景観や臭気の問題だけでなく、魚類等生態系への悪影響、水道水の異臭味など、人間の日常生活に与える影響が大きい。

【0003】対策として、異常増殖した汚濁原因のプランクトンを物理的に取り除く方法、攪拌設備あるいは他水圏からの導水等による強制対流浄化法等が実施されている。

【0004】一方、水質悪化の予知および事前対策を目

指し、汚濁原因のプランクトンの増殖状態が監視されている。しかし、その方法は、サンプリングした湖沼水の顕微鏡観察が一般的である。また、一部では、リモートセンシング技術を用いて、水面を光学的に監視する方法、あるいは、スペクトルを検出して、クロロフィルa量から間接的に植物プランクトン量の概略値を計測する方法等が試みられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術のうち、顕微鏡観察による監視法は、人手と時間を要するため、プランクトンの量を常に監視し、赤潮やアオコの発生に対策が間に合わないという問題があった。

【0006】また、リモートセンシング技術を応用した監視法は、水質汚染状況を広域に監視することができるが、プランクトン発生初期の定量的計測は困難である。一方、クロロフィルa量からは、プランクトンを総量的に計測することはできるが、プランクトンの種類を判定することはできない。

【0007】本発明は、上記従来技術の問題点に対処するためのもので、その第1の目的は、監視対象の画像から、環境内に存在する物体を認識でき、その物体の特徴量を抽出して、例えば、プランクトン等のような不定形な物体を精度よく検出できる物体観察方法および装置を提供することにある。

【0008】また、本発明の第2の目的は、観察結果を、予め規定したルールを用いることにより、分類し、さらに、分類ごとに計測を行なうことができ、さらに、計測結果から、予め定めたルールに基づいて、貯留水の汚濁等を診断することに用いることができる物体観察装置を提供することにある。

【0009】さらに、本発明の第3の目的は、プランクトンの自動分類および計量を可能にし、さらに得られた情報をもとに赤潮やアオコの発生状態や発生可能性を予知して水質悪化を未然に防ぐことのできるプランクトン監視浄化システムを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために、本発明の第1の態様によれば、濃淡を有する観察画像について、画像中の輝度の変化を強調し、強調された画像について、特徴量を求めることを特徴とする物体の観察方法が提供される。

【0011】画像中の輝度の変化の強調は、ラブラシアン処理によって行なうことができる。

【0012】また、特徴量を求めるに際し、画像について、二値化処理を行なって、二値画像を生成し、この二値画像を用いて、ラブラシアン処理を施した画像について、マスク処理を行なって、観察画像から当該画像を選択的に取り出すようにすることができる。

【0013】ここで、特徴量としては、（面積／個数）比が挙げられる。

【0014】さらに、マスク処理のための二値画像の生成に際して、二値画像についてラベリング処理して、画素が連結している1まとまりのブロックを物体として認識し、物体ごとに二値画像を生成するようにすることができる。また、ラベリング処理に際して、付与するラベルに輝度レベルを割り当て、この輝度レベルを基準にして、ラベリングされた画像を切り出して、物体ごとのマスクを生成することができる。

【0015】また、本発明の第2の態様によれば、プランクトンを含む液相の濃淡画像について、二値化処理を行なって二値画像を生成し、この二値画像について、ラベリングし、個別の物体を認識して、物体ごとの画像を切り出し、この切り出した画像を用いて、特徴量として、周囲長、穴の個数、穴の面積割合、短軸/長軸比、円形状係数(物体の形が円にどのくらい近いかを表す値)、線分要素の端点の数、線分要素の交点の数、および、(面積/周囲長)比のうち、1以上を求める、物体の観察方法が提供される。

【0016】さらに、本発明の第3の態様によれば、プランクトンを含む液相の濃淡画像について、二値化処理を行なって、物体部分と、液相部分とのそれぞれについて二値画像を生成して、これらの二値画像を用いて、物体部分と液相部分の濃淡画像を分離し、それぞれについて、特徴量を求める、物体の観察方法が提供される。

【0017】本発明の第1の目的を達成するための装置として、本発明の第4の態様として、観察対象についての濃淡画像を生成する装置と、濃淡画像について、画像処理して、画像の特徴量を抽出する特徴抽出部を有する画像処理装置とを有し、特徴抽出部は、画像中の輝度の変化を強調する手段と、強調された画像について、特徴量を求める特徴量演算手段とを有する物体の観察装置が提供される。

【0018】また、本発明の第2の目的を達成するため、本発明の第5の態様として、上記第4の態様に、各特徴量について、予め定めたルールを適用して、観察対象のプランクトンの種類を判定する判定装置と、判定結果について、それぞれの種類のプランクトンごとにその数を計測する計測装置と、プランクトンの計数結果に対して、予め定めたルールを適用して、汚濁度を診断する診断装置とをさらに付加して構成される物体の観察装置が提供される。

【0019】さらに、本発明の第3の目的を達成するため、本発明の第6の態様によれば、上記第5の態様の物体の観察装置と、貯留水の浄化を行なう浄化装置と、診断装置の診断結果に基づいて、浄化装置の稼働を制御する制御装置とを備える水質浄化システムが提供される。

【0020】

【作用】本発明は、例えば、プランクトンを含む液相の濃淡画像について適用することができる。すなわち、濃淡画像中の輝度の変化を強調する処理と、濃淡画像を二

値化して、ラベリングし、個別の物体を認識して、物体ごとの画像を切り出す処理とを行ない、この切り出した画像を用いて、強調処理された画像を選択的に取り出して、この取り出した画像について、その(面積/個数)比を求め、この(面積/個数)比が予め定めた値以上か否か判定して、この値以上であるとき、その画像の対象が群体プランクトンであると判定する。

【0021】例えば、アオコの主要原因プランクトンであるミクロキスチス(*Microcystis* sp.)は、各個体が集まって群体を形成する。特に、異常繁殖時には、大群体を形成するが、その群体の外形状には全く規則性が認められない。つまり、不定形である。

【0022】第一の特徴量抽出部では、群体を形成しているミクロキスチス群を強調する前段として、原画像に対して、ミクロキスチスの各個体の存在を強調する処理(ラプラシアン処理など)を行う。処理後の強調画像を二値化し、この二値画像から得られるプランクトン群体形成度の特徴を示す画像特徴量を抽出する。

【0023】判定装置は、この画像特徴量を指標として、プランクトンの種類を判別、分類する。

【0024】一方、例えば、ホシガタケイソウ(*Asterionella* sp.)や、クンショウモ(*Pediastrum* sp.)のように、特異な形状を持つプランクトンは数多い。

【0025】第2の特徴抽出部は、これら特異な形状を持つプランクトンの拡大画像に、二値化処理、ノイズ除去処理等を施す。この画像に対して、特徴量演算手段は、二値画像の面積、周囲長、穴の面積割合、外接長方形との面積比、短軸/長軸比、形状係数、円形状係数などの形状に関する特徴量を少なくとも1種求め、これらの特徴量に基づいてプランクトンの種類を判別、分類する。

【0026】また、前述のミクロキスチスの顕鏡像は、他のプランクトンに比べ、非常に色が濃く(明視野で暗く)、背景である液相部との輝度差が大きい。前項の第3の特徴抽出部は、このようなプランクトン像を、まず、二値化処理し、さらに、得られた二値画像に対応する濃淡画像を選択的に抽出するマスク処理を施す。特徴量演算手段は、得られた二値画像からプランクトン部の輝度情報を求める。

【0027】判定装置は、第1、第2および第3の特徴抽出部で得た情報に付加して、プランクトンの種類を判別、分類する。

【0028】本発明は、上述した特徴抽出部で得た結果を用いてプランクトンの種別の増殖状態を常時計測し、その計測結果に基づき、水圏の汚濁状況を診断することができる。さらに、得られた診断結果から、赤潮やアオコの発生時期を的確に予知することができ、浄化設備を早期に適切な程度稼働させることにより発生を未然に防ぐことができる。

【0029】

【実施例】以下、本発明を図1に示す実施例に基づいて説明する。

【0030】本実施例は、湖沼、河川、ダムなどの貯留水の汚濁状態、特に、特定種類のプランクトンを検出して、その存在による貯留水の汚濁状態を監視するシステムに適用されるものである。なお、本実施例が適用される監視システムでは、監視結果を用いて、さらに、汚濁に対する浄化対策をとる機能を有するものである。なお、本発明は、プランクトンの検出に好適であるが、これに限定されない。例えば、対象の画像から、特徴量を抽出することに広く適用することができる。

【0031】図1において、1は、本実施例のシステムにおいて監視の対象となる湖沼、河川、ダムなどの貯留水である。本実施例システムでは、貯留水1に存在する物体、すなわちプランクトンを観察の対象としている。

【0032】本実施例のシステムは、貯留水1を撮像する撮像装置10と、撮像された画像から特徴量を抽出する画像処理装置20と、抽出された特徴量から対象物体の認識を行なう判別手段を構成する判定装置30およびルールベース35と、認識された物体の数を計測する計測手段を構成する計測装置40およびデータベース45と、計測データから貯留水1の汚濁状況を診断する診断手段を構成する診断装置50およびルールベース55とを有する。また、本実施例システムは、診断結果に基づいて貯留水1の浄化を制御する制御装置60と、この制御装置60により制御されて貯留水1の浄化を行なう浄化装置70とを備える。

【0033】撮像装置10は、貯留水1内の対象を光学的に捕らえる光学系および観察される対象の光学象を映像信号に変換して出力する映像信号出力部（いずれも図示せず）を有し、貯留水1の拡大映像を取り込み、画像処理部20に inputs する。本実施例では、プランクトンの撮像を行なうので、撮像装置10として、具体的には、顕微鏡あるいは水中カメラなどに、例えば、CCDアレイを有する撮像機能を付加したものが用いられる。

【0034】画像処理装置20は、撮像装置10から入力された映像を画像処理して、対象の特徴を抽出し、処理結果を判定装置30に inputs する。判定装置30は、入力された画像処理結果のデータと、ルールベース35に予め入力された、物体の種類判定ルールとを比較して、物体の種類を判別、分類する。計測装置40は、判定装置30の分類結果から物体の種類別の個体数を計測し、計測結果をデータベース45に inputs し、保存する。本実施例では、プランクトンを対象物体として、その種類判定ルールとを比較して、プランクトンの種類を判別、分類すると共に、その分類結果から、プランクトン種類別の個体数を計測し、計測結果をデータベース45に inputs する。

【0035】診断装置50は、計測装置40の計測結果およびルールベース55中の情報に基づいて、診断を行

なう。本実施例では、計測結果およびルールに基づいて、貯留水1の水質汚濁状況を判断し、対策を決定する。ルールベース55は、本実施例の場合、プランクトンの種類および量と、水質との関連性ルールを、予め入力して保存する。診断装置50は、例えば、“プランクトン量は平常であるから対策は必要なし”、あるいは、“プランクトンAが増殖傾向にあるため、対策として浄化装置70を作動させる”、等の対策を、ルールに従って決定する。その結果、必要と決定された場合には、制御装置60に指令を出す。

【0036】制御装置60は、診断装置50からの制御指令に応じて、浄化装置70の稼動を制御して、貯留水1の浄化を行なう。

【0037】上記画像処理装置20、判定装置30、計測装置40、ルールベース35、55、データベース45および診断装置50aは、ワークステーション等のコンピュータシステムにより構築することができる。これらに用いられるワークステーションとしては、例えば、図9に示すように、中央処理ユニット（CPU）501と、CPU501の動作プログラム、データ等を格納する主記憶502と、画像処理を行なうための画像処理プロセッサ503、該プロセッサ503のためのプログラムを記憶するプログラムメモリ503a画像処理のための各種プログラムおよび画像データメモリ504と、各種指示を入力するキーボード、マウス等を含む入力装置505と、カラーCRT等の表示装置506と、印刷出力を行なうための印刷装置507と、撮像装置10からのデータの inputs 等を行なうための入力インタフェース508と、状態検出結果等を他システムに出力する等のための出力インタフェース509と、プログラム、各種データを格納する外部記憶装置510とを有するものが用いられる。

【0038】ここで、CPU501は、主記憶502に格納されるプログラムを実行することにより、例えば、主として、判定装置30、計測装置40および診断装置50の各機能を実現する。また、画像処理プロセッサ503は、プログラムメモリ503aに記憶される画像処理のための各種プログラムを実行することにより、例えば、主として、画像処理装置20の各種機能を実現する。また、外部記憶装置510は、データベース45、ルールベース35、および、ルールベース55を実現するため、各データの蓄積を行なう。また、CPU501は、これらのデータの検索等を行なう。

【0039】また、入力インタフェース508および出力インタフェース509は、例えば、通信制御装置により構成してもよい。このようにすれば、撮像装置10からのデータを通信によって受け取ることができ、また、診断結果を、通信により制御装置60に送ることができる。

【0040】なお、本実施例では、上記画像処理装置2

0等を、同一のハードウェアシステムによって構成しているが、これらの全部または一部は、それぞれ独立のハードウェアシステムとして構築することもできる。すなわち、画像処理装置20、判定装置30、計測装置40および診断装置50を、それぞれ独立の装置として構成してもよい。また、制御装置60の機能の全部または一部を、上記のコンピュータシステムで実行するようにしてもよい。

【0041】また、上述した各装置の少なくとも一部については、専用のハードウェアを用いて実現するように構成することができる。

【0042】次に、画像処理装置20の構成およびその画像処理過程について、図2を参照して、詳細に説明する。なお、本実施例では、画像処理装置20の構成要素を、説明の便宜上、回路名で示している。これは、必ずしも、専用のハードウェアであることを意味するものではない。上述したように、コンピュータシステムにおいて、ソフトウェアの実行によって実現することができる機能であってよい。もちろん、少なくとも一部については、専用のハードウェアとすることができることは、いうまでもない。例えば、信号変換回路200は、A/D変換器で構成することができる。

【0043】画像処理装置20は、処理の対象となる、補正された原画像の生成を行なう補正原画像生成部20aと、画像から特徴を抽出する処理を行なう特徴抽出部20bとを有する。

【0044】補正原画像生成部20aは、撮像装置10で撮像された画像をデジタル信号に変換する信号変換回路200と、変換された画像データを格納する画像メモリ201と、画像処理のための対照画像を格納する補助画像メモリ202と、撮像された画像データの輝度分布を補正するための輝度補正回路203とを有する。

【0045】また、特徴抽出部20bは、補正された原画像について二値化処理する二値化処理回路204と、二値化された画像をラベリング処理するラベリング回路204aと、ラベリングされた複数の物体画像を1画像ずつ切り出す画像切り出し回路204bと、補正された原画像の輝度を選択的に強調処理する特徴強調処理回路205と、特徴強調処理回路205で得られた画像を、二値化処理回路204で得られた二値画像でマスク処理するマスク処理回路206と、マスク処理回路206においてマスク処理された強調画像を二値化処理する二値化処理回路207と、入力された二値画像の各物体について特徴量を演算して求める特徴量演算回路208とを備える。

【0046】特徴抽出部20bは、画像切り出し回路204bと特徴量演算回路208との間でループを有する。このループは、画像を1画像ずつ切り出して、それ以降の処理を1画像ずつ行なうようにするためである。なお、画像を切り出して、それぞれ蓄積して、バッチ処

理する構成としてもよい。

【0047】ラベリング回路204aは、画像データについて、同じ連結成分に属する画素に、同じラベル（番号）を割り当て、異なった連結成分には、異なったラベルを割り当てるラベリング処理を行なう。すなわち、画像をラスタ走査し、ラベルを与えていない1画素に当たったとき、それに新たなラベルを付与すると共に、走査で当たる画素のうち、既にラベルを付与した画素と連結している画素には、その画素と同一のラベルを付与する。これによって、複数の画素が連結している1まとまりの画素のブロックが1の物体として認識され、全体に1のラベルが付与される。また、本実施例では、ラベルに、輝度を当て嵌めて、各物体ごとに異なる輝度レベルとなる階調情報を与える。

【0048】画像切り出し回路204bは、ラベリングされた物体について、1の輝度レベルのみが含まれる範囲を持つしきい値を設定して、二値化することにより、物体を、付与したラベル（輝度レベル）に応じて、1個ずつ区別する二値化機能と、二値化した物体を内部を含む長方形を切り出す機能とを有する。この画像切り出し回路204bは、切り出しによって、各物体ごとに二値化画像を出力する。この二値化は、1物体ごとに行なわれ、1の物体についての、後段での特徴抽出処理が終わる毎に、しきい値の範囲を変えて、次の二値化を行なうようにする。このようにすれば、画像データの記憶に必要なメモリ量を少なくすることができる。なお、二値化機能では、輝度レベルを、付与した輝度に対応するレベルで、例えば、高いレベルから順次設定することにより、輝度レベルの異なる物体を区分けするようにしてもよい。

【0049】なお、本実施例では、ラベリング回路204aは、ラベリングされた物体の区別のため、階調情報を付与しているが、物体の区別は、これに限られない。例えば、カラー情報を付与して行なってもよい。

【0050】マスク処理回路206は、各物体ごとの二値画像を用いて、特徴強調処理回路205で得られた画像について、対応する領域のマスク処理を行なう。なお、マスクとして用いる二値画像は、切り出す際に、その画面上のアドレスを捕捉しておくことにより、そのアドレスを用いて、特徴強調された画像の対応するアドレスの領域にマスク処理を施す。

【0051】二値化処理回路207は、マスク処理された強調画像を二値化処理する。この二値化によって、ラプラシアン処理された画像の輝度分布が二値に分けられる。

【0052】特徴量演算回路208は、ラプラシアン処理を含む一連の画像処理の結果である二値画像を対象に、二値化処理回路204で分離認識された各物体について、面積、個数、周囲長等の特徴量を求める。特徴量演算回路208は、1物体についての特徴量の演算が終

了すると、画像切り出し回路 204b に対して、次の切り出しを行なうよう指令する機能を有する。これらの特徴量の演算等は、プログラムメモリ 503a に予めそれらの演算プログラムを格納しておくことにより、画像処理プロセッサ 503 によって実行される。

【0053】特徴量演算回路 208 で演算された結果は、判定回路 30 に送られる。なお、特徴量演算回路 208 と判定回路 30 との間に、バッファメモリを設けてもよい。

【0054】次に、本実施例システムの動作について、画像処理装置 20 における処理動作を中心に、図 2、図 4、図 5 および図 6 を用いて、詳細に説明する。

【0055】図 2 において、撮像装置 10 は、貯留水の一部について、撮像を行なう。ここでは、1 枚分の画像を撮像することとするが、検体を替えて、複数枚撮像し、それを、後の装置で処理するようにしてもよい。また、撮像は、例えば、一定のサンプリング間隔で行なわれる。撮像装置 10 で撮像された濃淡画像は、信号変換回路 200 によりデジタル信号化され、原画像として画像メモリ 201 に記憶される。本実施例では、プランクトンの画像を含む画像について、撮像およびその後の処理が行なわれる。

【0056】原画像には、プランクトンの他に、撮像装置 10 の光学系などに付着した汚れまたは傷が映し出される場合がある。画像処理を行う際、これらの汚れや傷、あるいは光ムラが存在すると、正確なプランクトン情報を得ることができない。このため、輝度補正回路 203 において、輝度分布を補正する。具体的には、予めプランクトンの存在しない液相部のみの対照画像（背景画像）を、補助画像メモリ 202 に取り込んでおき、輝度補正回路 203 において、原画像と差分処理する。

【0057】図 3 に、この処理を説明するための、画像

$$G(i, j) < S \text{ ならば } B(i, j) = 0$$

$$G(i, j) \geq S \text{ ならば } B(i, j) = 1$$

(1)

ただし $G(i, j)$:

濃淡画像中の (X 座標, Y 座標) = (i, j) の点の輝度情報

$B(i, j)$:

二値画像中の (X 座標, Y 座標) = (i, j) の点の輝度情報

S : 二値化閾値

図 4 (c) に示した差分画像を二値化した二値画像を、同図 (d) に示す。さらに、図示は省略するが、公知のノイズ除去処理法で、1 点ノイズを除去する。

【0063】二値化された画像は、ラベリング回路 204a で、上述した機能により、物体の個別化と、それに対するラベル付与と、輝度レベル付与とが行なわれる。そして、画像切り出し回路 204b において、階調情報に相当するしきい値を用いて、画像の二値化を行なうと、物体を階調によって区別して、個別に切り出す。本

およびその輝度分布の一例を示す。

【0058】図 3 (a) に、原画像の一例を示す。同図において、ハッチングの程度は、輝度の違いを表す。また、同図 (a') は、(a) に示す原画像の走査線 A-A' 上の輝度分布を示したものである。背景の液相部 Z は、輝度が高く、プランクトンや汚れ、傷などの輝度は、低い値を示す。

【0059】図 3 (b) に、補助画像メモリ 202 に記憶される背景画像の一例を示す。また、図 3 (b') に、(b) に示す画像中の走査線 A-A' 上の輝度分布を示す。照明に光むらがある場合、液相部 Z の輝度分布 Zg は、全体的に不均一となり、例えば、図 3 (b') のようなカーブを描く。

【0060】図 3 (c) は、図 3 (a) と (b) を差分処理したもので、図 5 (c') に、走査線 A-A' 上の輝度分布を示す。この差分処理により、傷ならびに光むらの影響が除去された濃淡画像 G(i, j) が得られる。

【0061】図 3 に示す例では、差分処理の例と、その輝度分布を示したが、図 4 (a)、(b)、(c) に、各々、ミクロキスチスの原画像例、背景画像例、差分画像例を示す。また、図 5 (a) に、群体プランクトン、単体プランクトンおよびゴミ状物質の差分画像例を示す。図 5 (a) の C は、群体を構成するプランクトンの個体を表し、R は輪郭を表す。ハッチングの程度は、輝度の違いを表し、R' は輪郭 R で囲まれた領域より、さらに輝度の高い領域の輪郭を模式的に表す。

【0062】画像処理装置 20 において、輝度補正回路 203 で得られた差分画像 G(i, j) は、二値化処理回路 204、および、特徴強調処理回路 205 に入力される。二値化処理回路 204 は、まず、次式による二値化処理を行い、物体と液相部とを分離認識する。

実施例では、1 物体切り出す毎に、それをマスク処理回路 206 に送る。次の物体の切り出しは、今、切り出した物体についての特徴抽出が終了した後に行なう。

【0064】一方、特徴強調処理回路 205 は、輝度補正回路 203 から入力された差分画像 G(i, j) の輝度を、選択的に強調する。具体的な強調手段としては、例えば、ラプラシアン処理を用いる。このラプラシアン処理は、濃淡画像において、隣接する画素との輝度の差を強調する機能を持つ。

【0065】この機能を、8 方向ラプラシアン処理を例にとり、説明する。図 6 (a) は、ある濃淡画像中で隣接する 9 画素（縦 3 × 横 3）を表す。中央の画素の輝度を D、周囲の各画素の輝度を図のように D₁ ~ D₈ とすると、中央画素に対する 8 方向ラプラシアン処理は、次式で表される。

$$【0066】D' = 8D - \sum D_i$$

ただし D' : 処理後の中央画素の輝度

この輝度修正演算は、濃淡画像の構成画素すべてについて行い、図6(b)のように、新たな輝度情報を持つ強調画像が得られる。

【0067】群体プランクトン、単体プランクトンおよびゴミ状物質について、各々、差分画像、および、ラプラシアン処理して得られる強調画像の例を、図5に示す。同図(b)に示すラプラシアン処理された強調画像は、同図(a)に示す差分画像中の輝度凹凸部が強調された画像となる。輝度凹凸は、輪郭部や、周辺の輝度が低く、中央部の輝度が高い微小物体の中心点において激しい。よって、輪郭部 R 、 R' は、ラプラシアン処理により強調されて、図5(b)の RL 、 $R' L$ となる。同時に、群体プランクトンは、各個体の中心点を強調されるため、図5(a)の C は、同図(b)の CL となる。

【0068】このように、特徴強調処理回路205は、隣接する画素間の輝度差の有無を強調する。

【0069】マスク処理回路206は、特徴強調処理回路205で得られた画像を、二値化処理回路204で得られた二値画像でマスク処理する。このマスク処理により、二値画像中の、輝度情報1の領域に対応した強調画像のみが、選択的に抽出される。例えば、ミクロキスチスを対象とした場合、図4(c)に示す差分画像を、同図(d)に示す二値画像でマスク処理すると、同図(e)のマスク画像が得られる。ここでは、上述したように、1物体ごとにマスク処理が行なわれる。

【0070】二値化処理回路207は、マスク処理回路206においてマスク処理された強調画像を二値化処理し、物体を認識する。図5(c)に、同図(b)の強調画像をマスク処理し、二値化した結果を示す。群体プランクトンは、大きな塊として認識されるのに対して、ゴ

ミ状物質は、外形形状が崩れ、分散した形で認識される。これは、群体プランクトンは、単体プランクトンやゴミ状物質に比べて、物体内の輝度が均一的であるため、ラプラシアン処理により強調される部分が小さく、分散しているからである。

【0071】これまでの処理で、画像中の輝度の変化を強調する手段が構成される。すなわち、この手段によれば、画像中の物体内の輝度の変化を強調することができる。

10 【0072】特徴量演算回路208は、入力された二値画像の各物体(プランクトンおよびゴミ状物質)について、特徴量の一つとして、(面積/個数)比を演算する。これを、特徴量の値として、判定回路30に送る。本実施例では、(面積/個数)比を少なくとも求めるが、演算する特徴量は、これに限らない。この他に、例えば、個数、面積、周囲長、穴の個数、穴の面積割合、短軸/長軸比、形状係数(物体の輪郭線の複雑さを表す値)、円形状係数(物体の形が円にどのくらい近いかを表す値)、外接長方形との面積比、重心から周囲長までの(最小径)²、重心から周囲長までの(最大径)²、重心から周辺までの(径)²の平均値、輪郭追跡時のX方向変化回数、輪郭追跡時のY方向変化回数、下向きの突出部分の数、線分要素の端点の数あるいは線分要素の交点の数などがある。

【0073】(面積/個数)比の計算値を、表1に示す。表1の結果によれば、群体プランクトンとその他の物体間の(面積/個数)比(平均面積)の相違は、大きく、プランクトンの群体形成度(均一輝度の個体の集合度)が反映した結果となっている。

30 【0074】

【表1】

【表1】 ラブラシアン処理を用いた分類結果の例

対 象 サンプル	特 徴 量		面積／個数
	面積（画素数）	個 数（個）	
ミクロキスチス （群体）	7,774	14	555
	3,225	4	806
	2,274	2	1,137
	7,478	22	340
	11,364	5	2,273
そ の 他 （単体）	135	47	3
	6,382	171	37
	6,488	407	16
	626	57	11
	243	44	6

【0075】判定装置30は、特徴量演算回路208から送られた特徴量について、ルールベース35に予め記憶された判定ルールに当て嵌めて、その種類を判別し、分類する。ルールベース35には、本実施例では、予め、各種プランクトン、ならびに、ゴミ状物質の上記特徴量の数値的範囲を設定し、プランクトンの種類判定ルールとして入力しておく。判定ルールは、例えば、IF-THEN方式の判定ルールを適用する。

【0076】ミクロキスチス群体と、単体プランクトンおよびゴミ状物質との分類の一手法を以下に説明する。

【0077】図2に示す画像処理装置において、各種物体について画像処理して得られた特徴量のうち、（面積／個数）比、すなわち、平均面積を表1に示す。表1に示すように、（面積／個数）比は、ミクロキスチスと、ミクロキスチス以外のプランクトンおよびゴミ状物質とで大きく異なる。従って、この相違を判定ルールとして、ミクロキスチスを正確に判別することができる。例えば、表1の場合、（面積／個数）比の値が100以上であれば、ミクロキスチスであり、100未満は、単体プランクトンあるいはゴミ状物質であるという判定ルールを適用して分類する。

【0078】以上、図2を用いて説明した画像処理装置20によって、特徴量を抽出し、この特徴量に基づいて、判別装置30により、予め定めたルールを適用することにより、群体プランクトンと、単体プランクトンおよびゴミ状物質とを明確に分類できる。

【0079】また、分類例で、（面積／個数）比を指標としたが、上述の他の特徴量ならびにそれらを組み合わせた指標を用いても良い。さらに、前記特徴量と判定ル

ールにより、群体プランクトンから分類された単体プランクトンおよびゴミ状物質を対象に、単体プランクトンとゴミ状物質との判別が可能である。なお、ここでは、群体プランクトンとは、ミクロキスチスやウログレナなどの、球状に近い、小さな細胞が集合して不定形の群体を形成するものを指すものとし、オビケイソウやホシガタケイソウ、クンショウモなどの特徴的な形状の群体を形成するものは単体と見なす。

【0080】計測装置40は、判定装置30でえられた分類結果から、プランクトンの種類毎の固体数を計測する。この計測結果は、時系列にデータベース45に格納する。すなわち、各種類についての固体数の経時変化を示すデータとして、データベース45に格納する。

【0081】診断装置50は、計測装置40でえられた計測結果から、貯留水1の水質を診断する。プランクトンの種類と量は、その生息水域の水質を反映する。このため、これを、湖沼の富栄養化進行度の指標として用いることができる。そして、各湖沼、ダム等では、その貯留水特有の、出現プランクトンと水質との関連性を有していることが一般的である。従って、その関連性のルールを、ルールベース55に、予め入力しておく。診断装置50は、このルールベース55に格納されるルールを用いて、水質判定を行なう。例えば、ミクロキスチスがある一定量存在している場合は、その貯留水は、富栄養化していると判定する。そして、さらに、ある量を超えたとき、浄化が必要と判定する。この判定結果は、制御装置60に送られる。

【0082】制御装置60は、診断装置50の診断結果に基づいて、浄化装置70を稼働させたり、その稼働状

態を変化させる等の制御を行なう。

【0083】次に、本発明に適用することができる画像処理装置20の他の実施例について、図7を参照して説明する。

【0084】図7の実施例の画像処理装置20は、補正された画像を生成する補正原画像生成部20aと、第1から第3の3種の特徴抽出部20b、20c、20dとを有する。ここで、補正原画像生成部20aと、第1特徴抽出部20bとは、上述した図2に示すものと同様であるので、説明を省略し、ここでは、第2および第3特徴抽出手段20c、20dについて説明する。

【0085】第2特徴抽出部20cは、二値化処理回路210と、ラベリング回路210aと、画像切り出し回路210bと、特徴量演算回路211と、特徴量記憶回路212とを有する。この第2特徴抽出部20cでは、形状特徴量を抽出して、これにより、物体を分類する。

【0086】二値化処理回路210は、輝度補正回路203で得られた画像を入力して、(1)式の二値化処理を行い、さらに1点ノイズ除去処理を行う。二値化処理回路210で得られた二値画像は、ラベリング回路210aと、画像切り出し回路210bとで、上述した第1特徴抽出部20aと同様に、物体ごとの二値画像の切り出しを行なう。切り出された二値画像は、特徴量演算回路211に入力される。ラベリング回路210aと、画像切り出し回路210bとは、図2に示す、ラベリング回路204aと、画像切り出し回路204bと同様に構成され、同様に機能する。

【0087】特徴量演算回路211は、入力された画像の各物体、すなわち、本実施例では、プランクトンおよびゴミ状物質について、形状に関する特徴量を求める。演算する特徴量は、面積、周囲長、穴の面積割合、短軸／長軸比、形状係数、円形状係数、外接長方形との面積比、重心から周囲長までの(最小径)²、重心から周囲長までの(最小径)²、重心から周辺までの(径)²の平均値、輪郭追跡時のX方向変化回数、輪郭追跡時のY方向変化回数、下向き突出部分の数、線分要素の端点の数あるいは線分要素の交点の数などである。これらのうち、少なくとも1種を求めるが、本実施例では、図10に示す特徴量について、演算する。

【0088】これらの特徴量の数値は、特徴量記憶回路212に記憶される。

【0089】特徴量記憶回路212は、物体ごとの特徴量の記憶を行なうと共に、1の物体についての特徴量抽出処理が終わると、画像切り出し回路210bに次の画像切り出しを行なうよう指令する。

【0090】特徴量記憶回路212に記憶された特徴量

$$G(i, j) < S \text{ ならば } B(i, j) = 1$$

$$G(i, j) \geq S \text{ ならば } B(i, j) = 0$$

ただし $G(i, j)$:

濃淡画像中の(X座標, Y座標) = (i, j)の点の輝

は、判定装置30に入力される。判定装置30は、入力された画像処理の結果データを、ルールベース35に予め入力された、形状特徴量による判定ルールにより、各物体を判別、分類する。図10に、形状特徴量についての評価と、対象となるプランクトンの分類との関係を示す。この関係を用いて、例えば、複数種の特徴量の評価の組み合わせを、IF項に設定して、それに対応するプランクトンをTHEN項に設定することで、判定ルールが形成できる。

【0091】なお、分類を要するプランクトンの種類に、形状の酷似した種類のプランクトンが存在する場合は、上記した第2特徴抽出部20cでの特徴抽出処理を、さらに詳しく行う。例えば、二値化処理回路210で得られた二値画像について、穴を塗りつぶす処理を施し、特徴量演算回路211に入力する。穴を塗りつぶすと、物体を外側形状で認識することができる。よって、判定装置30に、予め、形状分類ルールを入力しておき、対象プランクトンを大まかに、例えば、円形、矩形、糸状、その他とグループ分けする。

【0092】次に、上述した第2特徴抽出部20cにより、各形状グループ内で、穴の面積割合、短軸／長軸比、外接長方形との面積比などの特徴量を指標として分類する。また、プランクトンの種類によっては、アフィン変換処理も非常に有効である。

【0093】以上の特徴抽出部は、ホシガタケイソウ、クンショウモ等の特異な形状を有するプランクトンの分類において、特に、効果を発揮する。

【0094】次に、第3特徴抽出部20dは、二値化処理回路220と、ラベリング回路220aと、画像切り出し回路220bと、マスク処理回路222と、特徴量演算回路223と、二値化処理回路221と、マスク処理回路224と、特徴量演算回路225と、特徴量記憶回路226とを有する。

【0095】ラベリング回路220aと、画像切り出し回路220bとは、図2に示す、ラベリング回路204aと、画像切り出し回路204bと同様に構成され、同様に機能する。

【0096】輝度補正回路203で得られた差分画像は、二値化処理回路220、221に入力される。入力された画像に対して、二値化処理回路220は、(1)式に従って二値化処理し、さらに、1点ノイズ除去処理を行う。二値化処理回路221は、次式による二値化処理を行う。なお、(1)式と、二値画像中の輝度情報が逆転していることに注意されたい。

【0097】

(2)

度情報

$B(i, j)$:

二値画像中の(X座標, Y座標) = (i, j)の点の輝度情報

S : 二値化閾値

図4(c)に示す差分画像例を、(2)式で表される二値化処理した二値画像例を、同図(f)に示す。(1)式と(2)式で、B(i, j)に与える値が逆転しているため、図4(d)では物体の領域が白く抜けるのに対して、同図(f)では、液相部が白くなる。なお、図4(f)の二値画像は、同図(d)の二値画像を白黒反転処理した二値画像としても良い。すなわち、二値化処理回路221で得られる二値画像は、二値化処理回路220で得られた二値画像を白黒反転処理した二値画像で代用しても良い。

【0098】また、二値化処理回路220で得られた二値画像については、ラベリング回路204aでラベリング処理を行なうと共に、画像切り出し回路204b各物体を切り出し処理する。

【0099】マスク処理回路222は、輝度補正回路203で得られた画像を、二値化処理回路220で得られた二値画像でマスク処理する。すなわち、図4(c)の差分画像を、同図(d)の二値画像でマスク処理し、同図(e)に示すマスク画像を得る。マスク処理回路222で得られたマスク画像は、特徴量演算回路223に入力される。

【0100】一方、マスク処理回路224は、輝度補正回路203で得られた画像を、二値化処理回路221で得られた二値画像でマスク処理する。すなわち、図4(c)の濃淡画像を、同図(f)の二値画像でマスク処理し、同図(g)に示すマスク画像を得る。マスク処理回路224で得られたマスク画像は、特徴量演算回路225に入力される。

【0101】特徴量演算回路223および225は、入力されたマスク画像の物体毎の平均輝度を求める。ここで、マスク画像における物体とは、濃淡画像部を示す。すなわち、特徴量演算回路223は、各物体の平均輝度を求め、特徴量演算回路225は、液相部の平均輝度を求め、それぞれ特徴量記憶回路226に入力する。

【0102】特徴量記憶回路226に記憶された特徴量は、判定装置30に入力される。判定装置30は、入力された物体輝度データを、ルールベース35に予め入力された種々のプランクトンについての輝度ルールと比較し、他の判定ルールに付加してプランクトンを判別し、分類する。

【0103】以上、付加する特徴抽出部の例として、二種類の処理方法を説明したが、本発明はさらに、X方向微分処理、Y方向微分処理、平滑化処理、輪郭抽出処理などを利用しても良い。また、前記の特徴抽出部における二値化処理の閾値Sの設定は、固定値、あるいは、各画像の輝度分布(ヒストグラム)を考慮して変化させる自動二値化法を用いることができる。

【0104】さらに、上記実施例において、プランクトンの種類判定ルールには、クリスプルールやファジィルールによる知識工学的手法、ならびに、各種計測情報を入力層に、計測情報に対応する特徴値を教師データとするニューラルネットワーク手法を用いることもできる。

【0105】以下、図8を用いて、本発明が適用される他の実施例について説明する。

【0106】図8に示す実施例は、本発明を、湖沼、河川、ダムなどの貯留水1の水圏監視および浄化に適用した水圏監視浄化システムである。

【0107】本実施例システムは、上記図1に示す装置と同様に構成される、撮像装置10と、画像処理装置20と、判定装置30と、計測装置40と、データベース45と、診断装置50と、ルールベース35および55と、制御装置60と、浄化装置70とを有する。また、本実施例システムは、制御装置3と、サンプリング装置5および濃縮装置7と、端末装置9とをさらに有する。

【0108】通常、湖沼やダム、河川などの閉鎖性水域中のプランクトン濃度は、数万個/mlと顕微鏡観察するには希薄である。観察対象のプランクトンを濃縮することによりプランクトン監視の効率を高め、より即効性のある水圏監視浄化システムを構築できる。また、プランクトンのオンライン自動監視を行うには、一連の処理を指示する制御装置が必要である。さらに、浄化システム設置場所の立地条件、気候、プランクトンの種類などによっては、複数種類の浄化手段が必要となる。本実施例システムは、このような状態を考慮して構築される。

【0109】図8において、制御装置3は、一定の時間間隔をおいて一連の水圏監視浄化システムを起動させ、サンプリング装置5に採水開始の指示を出す。指示を受けたサンプリング装置5は、貯留水1を採取し、濃縮装置7に送りこむ。撮像装置10は、濃縮装置7で得られた濃縮液の拡大画像を撮像し、その輝度情報を画像処理部20に入力する。

【0110】画像処理部20、判定装置30、データベース35、計測装置40、診断装置50およびデータベース55は、図1の説明と同じ働きをする。

【0111】浄化装置70は、例えば、間欠空気揚水筒設備や曝気設備、濾過除去設備、あるいは他の水域からの導水設備等である。制御装置60は、診断装置50からの指示に基づき、複数個の浄化装置を取捨選択して稼働させる。また、台風や渇水などの非定常時には、端末装置9にて、一連の水圏監視浄化システムを手動で起動する。

【0112】以上の各実施例によれば、植物プランクトンの各個体および群体構造を検出し、さらに種類毎の数を定量的に計測できる。この結果、特異な形状のプランクトン、並びに、群体形状が不定形あるいは形状が様々に変化する、ミクロキスチスなどの繁殖状況を、各々種類と量の両面から精度よく監視することが可能となる。

さらに、プランクトンの初期の発生状態を検知できるので、迅速かつ的確に浄化手段を稼働させて、プランクトンの異常発生を未然に防ぐことができる。すなわち、アオコや赤潮の発生を予知し、未然に防ぐことができる。

【0113】上記実施例は、植物プランクトンを対象に述べたが、本発明は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明の意図するところは、物体表面の輝度（明るさ）の均一性を認識し、その均一度に応じて物体を判別、分類することにある。例えば、美容等の分野において、皮膚あるいは毛髪表面の拡大画像を対象にした木目細かさ（均一性）の判定を、簡便なチェック項目として適用できる。また、医療分野では、皮膚の拡大画像を対象として、傷や、できもの、肌あれ等の進行あるいは治癒状態の指標として適用できる。さらに、廃棄物処理場などの集積場において、混入異種異物を検出し、同一、および、同一種類の物体の分別に適用できる。

【0114】

【発明の効果】本発明によれば、監視対象の画像から、環境内に存在する物体を認識でき、その物体の特徴量を抽出して、例えば、プランクトン等のような不定形な物体を精度よく検出できる効果がある。また、その結果を、予め規定したルールを用いることにより、分類し、さらに、分類ごとに計測を行なうことができる。さらに、計測結果から、予め定めたルールに基づいて、貯留水の汚濁等を診断することができる。

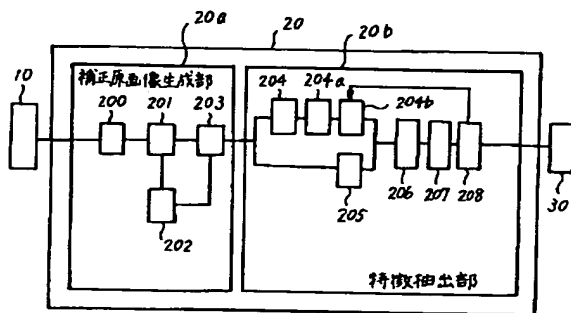
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の物体の監視方法および監視装置を実現する水圏監視システムの一実施例の構成を示すブロック図。

【図2】本発明のシステムにおいて用いられる画像処理装置の一例の構成を示すブロック図。

【図2】

図2



【図3】原画像の補正の状態を示す説明図。

【図4】本発明において行なわれる、原画像と背景画像との差分処理、二値化処理およびマスク処理の一例を示す説明図。

【図5】差分画像から強調画像および二値画像を得る状態を示す説明図。

【図6】画像強調処理に用いられるラプラシアン処理に用いるマトリクスの一例を示す説明図。

【図7】本発明において用いられる画像処理装置の他の実施例の構成を示すブロック図。

【図8】本発明の他の実施例の水圏監視システムの構成を示すブロック図。

【図9】本発明の実施例において用いられるシステムの一部を構成するハードウェアシステムの構成の一例を示すブロック図。

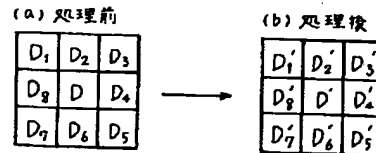
【図10】本発明の実施例において、形状特徴量を求める場合について、形状特徴量とプランクトンの分類可能性を示す説明図。

【符号の説明】

1…貯留水、3…制御装置、5…サンプリング装置、7…濃縮装置、9…端末装置、10…撮像装置、20…画像処理装置、20a…補正画像生成部、20b…特徴抽出部、30…判定装置、40…計測装置、50…診断装置、60…制御装置、70…浄化装置、200…信号変換回路、201…画像メモリ、202…補助画像メモリ、203…輝度補正回路、204…二値化処理回路、204a…ラベリング回路、204b…画像切り出し回路、205…特徴強調回路、206…マスク処理回路、207…二値化処理回路、208…特徴量演算回路、209…特徴量記憶回路。

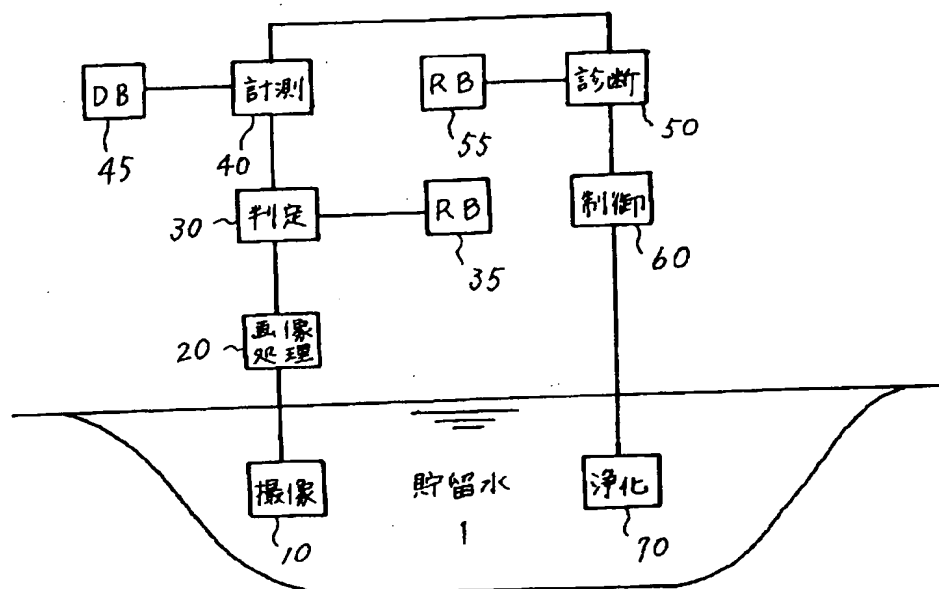
【図6】

図6



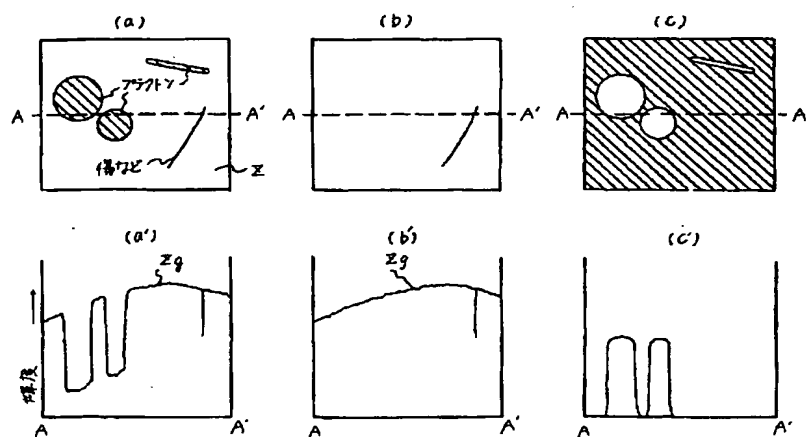
【図1】

図1



【図3】

図3



【图 7】

圖7

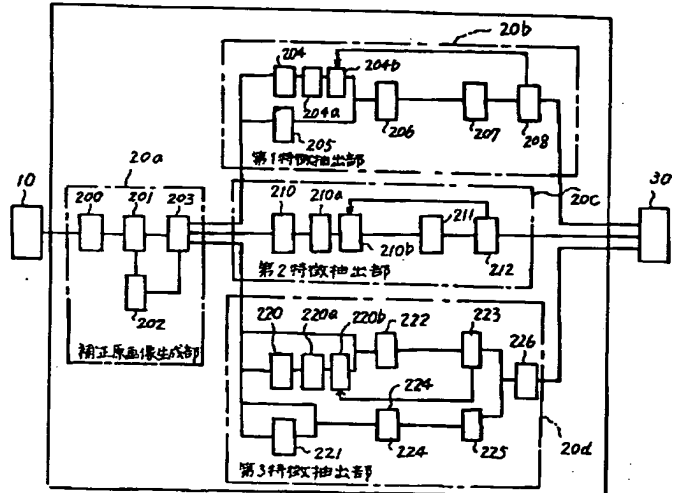
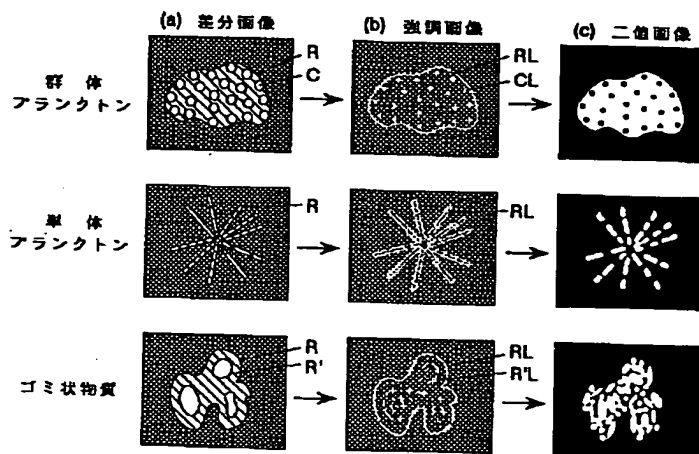
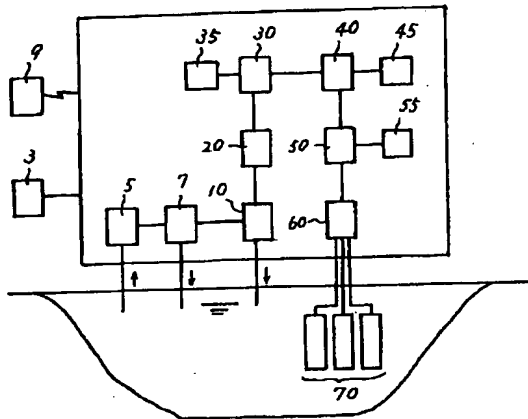


圖5



【図8】

図8



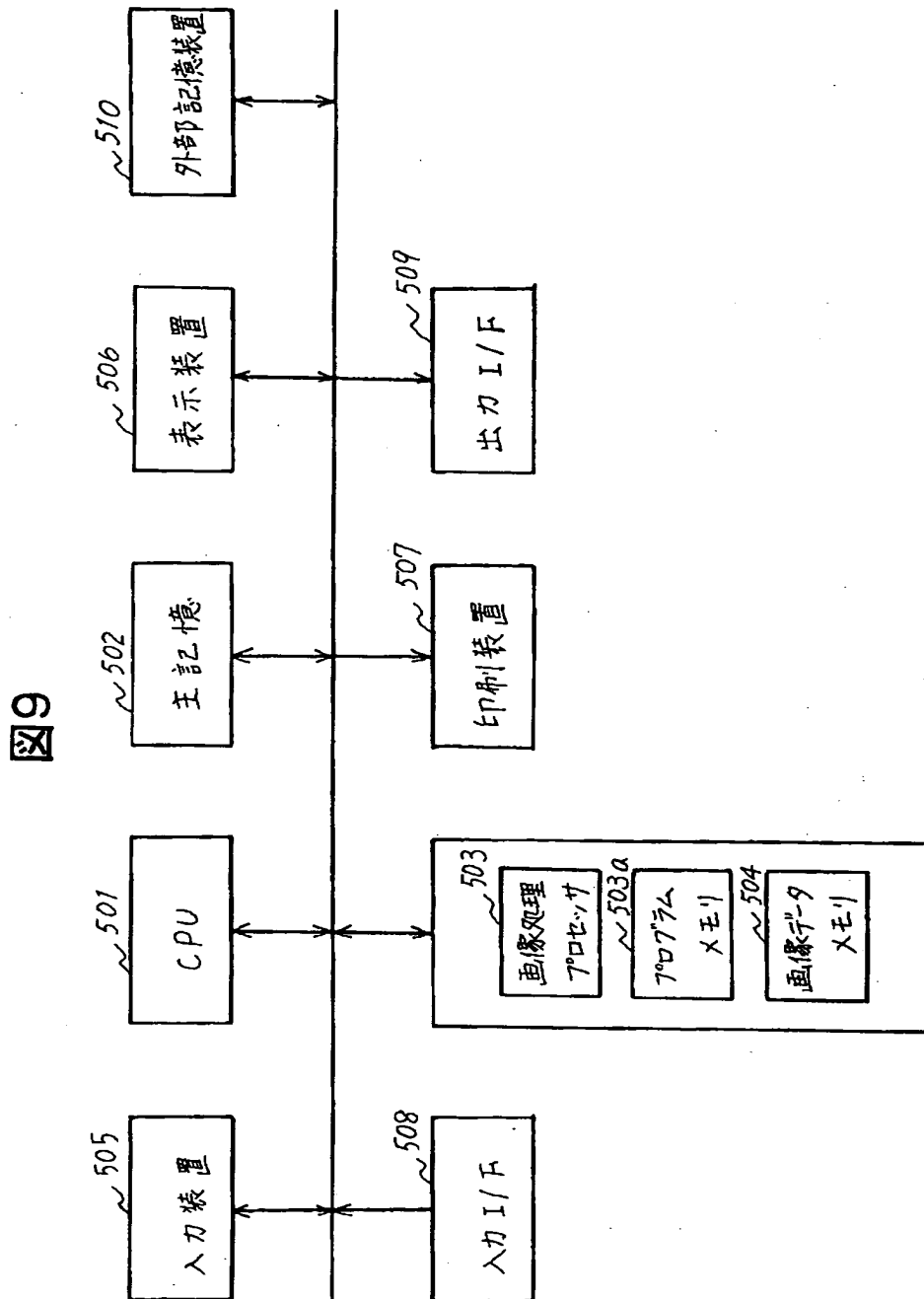
【図10】

図10

形状特徴量によるプランクトン分類の可能性

形状 特徴量	星形 ホシイソ	線形 アミドロ	円形1 ツツコウモ	矩形 アヒケイソウ	円形2 コミ
面積／周囲長比	小	小	小	大	大
面積比(A+B)/A	小	小	大	小	小
長短比 X/Y	中又は小	大	小	中	不定
空孔数	少	不定	多	少	不定
円形状係数	不定	低	高	中	高
端点数	少	少	中	多	不定
交点数	不定	少	多	不定	不定
備考	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div> <p>X : 長軸 Y : 短軸 A : 物体面積 B : 空孔面積 L : 周囲長</p> </div> <div> <p>端点 交点</p> </div> </div>				

【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁵

H04N 7/18

識別記号

庁内整理番号

F I

U

技術表示箇所

(72)発明者 原 直樹
茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 1 号 株
式会社日立製作所大みか工場内

(72)発明者 矢萩 捷夫
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日
立製作所日立研究所内

(72)発明者 圓佛 伊智郎
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日
立製作所日立研究所内

(72)発明者 依田 幹雄
茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 1 号 株
式会社日立製作所大みか工場内

(72)発明者 呉 文智
茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 1 号 株
式会社日立製作所大みか工場内

THIS PAGE BLANK (USPTO)